



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

FACULTAD DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA, NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA

**INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y DEL SISTEMA
DE CULTIVO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y
SENSORIALES DEL KIWI EN FRESCO Y EN ALMÍBAR**

Maruxa García Quiroga



RESUMEN

El kiwi (*Actinidia deliciosa*, cv. *Hayward*) es una planta trepadora originaria de China. En la actualidad España es la cuarta productora de la Unión Europea, situándose la máxima producción en Galicia.

El trabajo realizado en la presente tesis doctoral ha consistido en el estudio del efecto del sistema de cultivo y del tiempo de almacenamiento sobre las características sensoriales y físico-químicas del kiwi fresco. Por otra parte, se ha optimizado el proceso de elaboración del kiwi en almíbar y se ha estudiado el efecto de la materia prima, del proceso de producción y del tiempo de almacenamiento sobre las características físico-químicas y sensoriales del producto obtenido. Finalmente se ha llevado a cabo un estudio para evaluar el comportamiento del consumidor hacia los productos ecológicos y para obtener información sobre la aceptación y preferencia del kiwi en fresco obtenido por diferentes sistemas de cultivo y aceptación e intención de compra del kiwi en almíbar.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que, para el kiwi en fresco, el sistema de cultivo utilizado afecta a sus características tanto sensoriales como físico-químicas. El kiwi procedente del cultivo ecológico presenta mayores valores de dureza, consistencia, fibrosidad y vitamina C y menores valores de °Brix y sabor dulce, el kiwi procedente del cultivo convencional presenta mayores valores de azúcares, °Brix y menores de vitamina C y el kiwi procedente del cultivo integrado presenta características intermedias y es el preferido por los consumidores. El tiempo de almacenamiento en cámara afecta a la textura del kiwi provocando disminuciones en la dureza, consistencia, fibrosidad y abundancia de pelos. El tiempo de almacenamiento también provoca ligeras modificaciones en parámetros relacionados con la acidez y el dulzor, aunque estas diferencias no se detectan a nivel sensorial. Se optimiza el proceso de elaboración del kiwi en almíbar, seleccionándose el pelado por choque térmico, la presentación en rodajas de 1 cm y la pasterización alta. Tras aplicar el proceso optimizado sobre kiwi procedente del cultivo ecológico y convencional y siguiendo prácticas ecológicas y convencionales, se comprueba que las diferencias entre los productos obtenidos son mínimas y sin importancia desde el punto de vista tecnológico. Además, los productos obtenidos son estables en el tiempo. El conocimiento de los productos ecológicos se asocia con consumidores de edades comprendidas entre 35 y 65 años, con estudios universitarios, en activo y con un nivel de ingresos superior a la media. Respecto a los consumidores que compran productos procedentes de la agricultura ecológica éstos son mayoritariamente mujeres, responsables de la compra en el hogar, con estudios universitarios, con ingresos superiores a la media.



RESUMO

O kiwi (*Actinidia deliciosa*, cv. *Hayward*) é unha planta orixinaria de China. Na actualidade España é a cuarta produtora da Unión Europea, situándose a máxima produción en Galicia.

Na presente tese doutoral realízase, por unha parte, o estudo do efecto do sistema de cultivo, da campaña de produción e do tempo de almacenamento, sobre as características sensoriais e físico-químicas do kiwi fresco. Por outro lado, propónse a optimización do proceso de elaboración do kiwi en xirope establecendo para elo as condicións específicas das diferentes etapas do proceso produtivo co fin de estudar o efecto da materia prima, do proceso de produción e do tempo de almacenamento a temperatura ambiente sobre as características físico-químicas e sensoriais dos produtos obtidos. Ademais, realizarase un estudo de mercado para coñecer o comportamento do consumidor en torno aos produtos ecolóxicos, o grado de aceptación e preferencia do kiwi fresco obtido por diferentes sistemas de cultivo e o grado de aceptación e intención de compra do kiwi en xirope.

Os resultados obtidos permiten afirmar que, o sistema de cultivo utilizado afecta ás características sensoriais do kiwi fresco. O kiwi procedente do sistema de cultivo ecolóxico presenta valores maiores de dureza, consistencia, textura fibrosa, vitamina C e menores valores de °Brix e sabor doce. O kiwi procedente do cultivo convencional presenta maiores valores de azucre, °Brix e menores valores de vitamina C. O kiwi do cultivo integrado presenta as características intermedias e ademais é o preferido polos consumidores. O tempo de almacenamento en cámara afecta a textura do kiwi provocando diminución da dureza, consistencia, fibrosidade e a abundancia de pelos. O tempo tamén provoca lixeiras modificacións en parámetros relacionados coa acidez e o azucre, aínda cando non se detectan a nivel sensorial. Optimízase o proceso de elaboración do kiwi en xirope, selecciónase o pelado por choque térmico, a presentación en láminas de 1 cm e con pasteurización alta. Tras a aplicación do proceso de optimización sobre o kiwi de cultivo ecolóxico e convencional e seguindo prácticas ecolóxicas e convencionais, compróbase que as diferencias entre os produtos obtidos son mínimas e sen importancia dende un punto de vista tecnolóxico. Ademais os produtos obtidos son estables no tempo. O coñecemento dos produtos ecolóxicos asóciase con consumidores de idades comprendidas entre 35 e 65 anos, con estudos universitarios, en activo, e cun nivel de ingresos superior á media. Os consumidores que mercan produtos procedentes da agricultura ecolóxica son maioritariamente mulleres, responsables da compra no fogar, con estudos universitarios e con ingresos superiores á media.



ABSTRACT

Kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*, cv. *Hayward*) is a plant originally from the mountains of southern China. Spain is the fourth largest EU producer of this fruit and its main producing areas are located in northern Spain, led by Galicia (N.W. Spain).

This doctoral thesis studies the kiwifruit fresh and kiwifruit syrup. In the kiwi fresh, the growing system, campaign production and the time of storage effect related to sensory and physicochemical parameters were studied. Concerning kiwifruit syrup, the optimization of the development process was studied. In this case, the specific conditions at the different stages of production were studied raw material, process of production and time of storage (at room temperature) related to sensory and physicochemical properties were therefore studied. Furthermore, a market research was performed. Firstly, a market research about the consumer behavior on organic food. Secondly, acceptability test consumer about kiwifruit fresh and obtained by different growing systems. And finally, a market study to know the acceptability to kiwifruit syrup and purchase to buy.

The results showed that the growing system has influence in kiwifruit fresh characteristics. Kiwifruits from the organic culture show the most values of hardness, consistency, fibrous texture and greater concentrations of vitamin C and smaller concentrations of soluble solids and sweetness. Kiwifruit from conventional culture showed greater concentrations of sugars content, soluble solids and smaller concentrations of vitamin C. Kiwifruit from integrated culture showed intermediate values and the best consumer acceptability. Regarding time, the parameters hardness, consistency, fibrous texture, and abundance of hair had slight increased during storage. The physicochemical parameters related to acidity and sweetness slightly increased although the sensory properties were not affected. We establish the most suitable conditions to develop the kiwifruit syrup. The best system for peeling the kiwifruit is thermal peeling. The best slices of 1 cm and high pasteurization. The results showed that the difference between raw material and type of process are not significant and without relevance from the technological point of view. The effect of the storage time at room temperature showed that the product was stable throughout the time. The kiwifruit syrup is a product with acceptance between consumers. Moreover, they are willing to buy this product. In the market research, the knowledge about organic products is associated with 35 - 65 years old consumer, with high level studies and level income. The consumer who buy organic products are, majoritarian, women, responsible for home purchase, with university studies and with greater than the average income.



I. INTRODUCCIÓN	1
1. EL KIWI	3
1.1. Historia del kiwi.....	3
1.2. Morfología y taxonomía.....	3
1.3. Variedades comerciales.....	5
1.4. El cultivo del kiwi	7
1.5. Recolección, almacenamiento y conservación.....	10
1.6. Valor nutricional	10
1.7. Legislación	12
1.8. Situación actual	13
2. EL KIWI EN ALMÍBAR.....	15
2.1. Procesado de frutas.....	15
2.2. Frutas en almíbar. Operaciones para el procesado.....	18
3. AGRICULTURA ECOLÓGICA	23
4. PRODUCCIÓN INTEGRADA	26
5. ANÁLISIS SENSORIAL.....	29
6. BIBLIOGRAFÍA	34
II. OBJETIVOS	41
III. MUESTRAS.....	45
1. MUESTRAS	47
2. BIBLIOGRAFÍA	50
IV. KIWI EN FRESCO.....	53
IV.1. EVALUACIÓN SENSORIAL.....	55
1. Introducción	55
2. Objetivos	56
3. Material y métodos.....	56
4. Resultados y discusión.....	65
5. Conclusiones.....	95
6. Bibliografía.....	95
IV.2. COMPUESTOS ÁCIDOS Y PARÁMETROS RELACIONADOS	98
1. Introducción	98
2. Objetivos	101
3. Material y métodos.....	101
4. Resultados y discusión.....	110
5. Conclusiones.....	120
6. Bibliografía.....	120
IV.3. AZÚCARES Y PARÁMETROS RELACIONADOS.....	125
1. Introducción	125
2. Objetivos	128
3. Material y métodos.....	128
4. Resultados y discusión.....	133
5. Conclusiones.....	143
6. Bibliografía.....	143
IV.4. COMPUESTOS DE COLOR Y PARÁMETROS RELACIONADOS	148
1. Introducción	148
2. Objetivos	152
3. Material y métodos.....	152

4. Resultados y discusión.....	160
5. Conclusiones.....	164
6. Bibliografía.....	164
V. KIWI EN ALMÍBAR.....	167
V.1. PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL KIWI EN ALMÍBAR.....	169
1. Introducción	169
2. Objetivos	170
3. Material y métodos.....	170
4. Resultados y discusión.....	176
5. Conclusiones.....	197
6. Bibliografía.....	197
V.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DEL KIWI EN ALMÍBAR	200
1. Introducción	200
2. Objetivos	200
3. Material y métodos.....	201
4. Resultados y discusión.....	212
5. Conclusiones.....	223
6. Bibliografía.....	223
VI. EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR FRENTE A LOS PRODUCTOS ECOLÓGICOS. ESTUDIO DEL KIWI EN FRESCO Y DEL KIWI EN ALMÍBAR	225
1. Introducción	227
2. Objetivos	229
3. Material y métodos.....	229
4. Resultados y discusión.....	231
5. Conclusiones.....	259
6. Bibliografía.....	260
VII. CONCLUSIONES GENERALES	265
VIII. ANEXO	269

I. INTRODUCCIÓN





1. EL KIWI

1.1. Historia del kiwi

Es un fruto que deriva de una planta originaria de China dónde crece espontáneamente. Los responsables del cultivo de esta especie botánica y de la comercialización de su fruto fueron, en los inicios, los neozelandeses. Alrededor de 1906 llegaron las primeras plantas a Nueva Zelanda y en 1910 se obtuvieron los primeros frutos. El nombre kiwi también se le otorga allí, posiblemente por una remota similitud de aspecto entre el fruto cubierto de vellosidades y el ave kiwi (figura I.1).



Figura I.1. *Apteryx Australis*

En 1959, el nombre se acepta en el comercio internacional remplazando todas las denominaciones anteriormente atribuidas. En 1970 su cultivo se extiende a otros países de zona templada. A partir de este momento el cultivo del kiwi progresa fundamentalmente debido, por una parte, a la capacidad de conservación y, por otra parte, a la apariencia y el sabor distinto de este fruto (Bascunana, 1989, Zuccherelli y Zuccherelli, 1990, Childers y col., 1995 y Ferguson y col., 1996).

1.2. Morfología y taxonomía

Desde el punto de vista botánico se clasifica en:

Familia: *Actinidiaceae*

Orden: *Theales*, Subclase *Dilleniidae*

Nombre común: Kiwi

Nombre científico: *Actinidia deliciosa* (A. Chev.)

Hábito: Árboles o lianas leñosas (planta trepadora)

Se describen a continuación las partes de la planta:

Hojas: Alternas, simples, largas, redondas y caducas. La parte superior de la hoja presenta un intenso color oscuro y el envés de color verde más claro, con tonos marrones y presencia de vellosidades. El limbo tiene el borde dentado y el tamaño de la hoja está comprendido entre 10 y 30 cm.

Flores: De color blanco crema y más bien grandes (figura I.2). Fisiológicamente son dioicas pero aparentemente hermafroditas, en cuanto a que todas las flores presentan ovario y estambres. En las plantas masculinas el ovario es estéril, pequeño y no funcional, mientras que en las femeninas el polen es infértil, lo que hace necesario un cierto número de plantas masculinas para asegurar la fecundación. Estos caracteres, junto con el mayor tamaño que suelen adquirir las flores femeninas, es lo que permite diferenciar los pies masculinos de los femeninos, aunque se debe esperar a la entrada en producción (2-3 años).

Los pedúnculos son largos y, por lo general, cada flor tiene 5 sépalos y 5 pétalos, aunque este número puede variar, según el sexo y la variedad de que se trate.



Figura I.2. Flor femenina del kiwi (var. *Hayward*)

Fruto: El fruto normalmente es una baya elipsoidal, de piel parda con vellosidades en toda su totalidad y de pulpa color verde esmeralda con numerosas semillas muy pequeñas. La pulpa se encuentra alrededor de la columela central, ésta última tiene un grosor variable y es también comestible una vez que el fruto ha alcanzado su madurez.

1.3. Variedades comerciales

Dentro del género *Actinidia*, existe un amplio abanico de variedades (Crowhurst y col., 2008), algunas de las cuales se observan a modo de ejemplo en la figura I.3.



Figura I.3. Diversidad de frutas del género *Actinida*. A es *A. arguta*, C es *A. chinensis*, D es *A. deliciosa*, E es *A. eriantha*, P es *A. polygama* y S es *A. setosa*

Variedades femeninas (Ciren, 1988):

Hayward: Planta de vigor medio, floración tardía y menos productiva que las anteriores. Frutos de buen tamaño y peso, aromáticos y de buen sabor. Muy resistente a la manipulación y al transporte, con excelentes condiciones de conservación tanto en fresco como en frigorífico. Cosecha y maduración tardía. Es la principal variedad comercial.

Abbott: Planta vigorosa y productiva de brotación precoz, fruto de tamaño medio (65-70 g) y buen sabor. Resistente a la manipulación y transporte, presenta buenas características para su conservación tanto al estado fresco como en frigorífico.

Allison: Planta muy vigorosa y productiva, de floración ligeramente menos precoz que la Abbott. Fruto de tamaño medio y buen sabor. No se encuentra muy difundida y es muy similar a Abbott, con la que suele confundirse.

Bruno: Planta muy vigorosa y productiva. Fruto de tamaño medio (60-70 g), alargado y de buen sabor. Poca resistencia a la manipulación y al transporte; maduración y cosecha precoces. Corto período de conservación en fresco, se comporta bien en el frigorífico.

Monty: Planta muy vigorosa y altamente productiva con tendencia a sobrecargarse de fruta. Floración tardía. Fruto de poco peso (35-40 g), sabor agridulce, muy perfumado. Corto período de conservación en fresco y frigorífico. Poco resistente a la manipulación y al transporte.

Le Sauvage: Es una variedad relativamente nueva, de frutos más pequeños que Monty, pero muy dulces y aromáticos. Presentan el más alto contenido de vitamina C y se recomienda su uso especialmente para elaborar conservas o para confitería.

Variedades masculinas (Ciren, 1988):

Matua: Planta muy vigorosa y prolífera. Con botones florales color púrpura y en grupos de a 3 desde la axila de las hojas. Comienza a florecer unos 2-4 días antes de *Hayward* y alcanza a cubrir prácticamente todo el período de la floración de ésta.

Tomuri: Planta vigorosa, floración intermedia. Este cultivar presenta botones florales color verde pálido y en grupos de 3 a 7 desde la axila de las hojas. Comienza a florecer 2-4 días después que *Hayward*, asegurándose con ello la polinización de sus últimas flores.

Chico Male: Tiene un polen de buena germinación y fecundación. Su floración la inicia entre 3-5 días antes que la variedad *Hayward* y es muy abundante, siendo al final más tardía que ésta y que la variedad Tomuri.

1.4. El cultivo del kiwi

El kiwi requiere primaveras y principios de otoño libres de heladas, una adecuada, pero no excesiva humedad, del suelo durante todo el año y relativamente alta humedad ambiental. Los mejores terrenos para su implantación son profundos, de textura media, buena permeabilidad y alto contenido en materia orgánica, pH neutro a ligeramente ácido y bajos contenidos de carbonatos.

Aunque el kiwi es sensible al frío mientras tiene hojas, requiere ser sometido a bajas temperaturas durante el período de reposo invernal para una completa fructificación en la siguiente temporada. El principal efecto del frío invernal es mejorar la floración en forma cuantitativa a través de la disminución de la cantidad de estructuras florales tendentes a abortar.

La cuantificación agroclimática de la exigencia de frío en las especies frutales criófilas se realiza a través del cómputo de "horas de frío" o cantidad de horas con temperaturas inferiores a 7°C acumuladas durante el descanso fenológico, que se extiende desde la caída de hojas hasta la hinchazón de las yemas. Es necesario un mínimo de 600 horas de frío durante el período invernal para que el kiwi brote adecuadamente y para que alcance la máxima floración deben acumularse de 850 a 1100 horas de frío. Durante el ciclo de cultivo, el kiwi requiere de un período libre de heladas de 225 a 250 días desde la brotación. (<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/frutic/kiwi.htm>).

Los suelos franco arenosos, son ideales para su cultivo, ya que se trata de un cultivo muy sensible a la asfixia radicular, y sin presencia de cloruros a los que el kiwi muestra cierta sensibilidad, pH entre 6 y 7 y poca presencia de cal (Johnson y col., 1992).

En el establecimiento de la plantación es necesario elegir el sistema de conducción y el marco de plantación apropiados.

En Galicia, el sistema de conducción más utilizado es la cruceta con tres cables, brazos de 1.5 a 2 m y altura de cruceta de entre 1.6 a 1.8 m desde el suelo. El cable central va elevado 20 cm respecto a los dos laterales (Nuez y Llácer, 2001).

Respecto al marco de plantación, la distancia entre plantas varía de 2.5 a 5 m en la fila y de 4.5 a 5 m entre filas (Nuez y Llácer, 2001).

Las características de los estados fenológicos, tales como la brotación, floración y maduración, son esenciales para lograr un fruto de alta calidad.

Salinero y col. (2009) describen los estados fenológicos del cultivo del kiwi detallando las características de los principales estados de crecimiento de acuerdo a la escala BBCH. Esta

escala se basa en un sistema de códigos que identifica el desarrollo de las plantas en función de su estado fenológico, en donde se tienen en cuenta aspectos como la brotación, la floración, la maduración del fruto, etc., relacionados con el clima y, especialmente, con los cambios estacionales a los que se encuentran sometidas las plantas. A continuación, se muestran algunos de los estados fenológicos del kiwi (figura I.4).



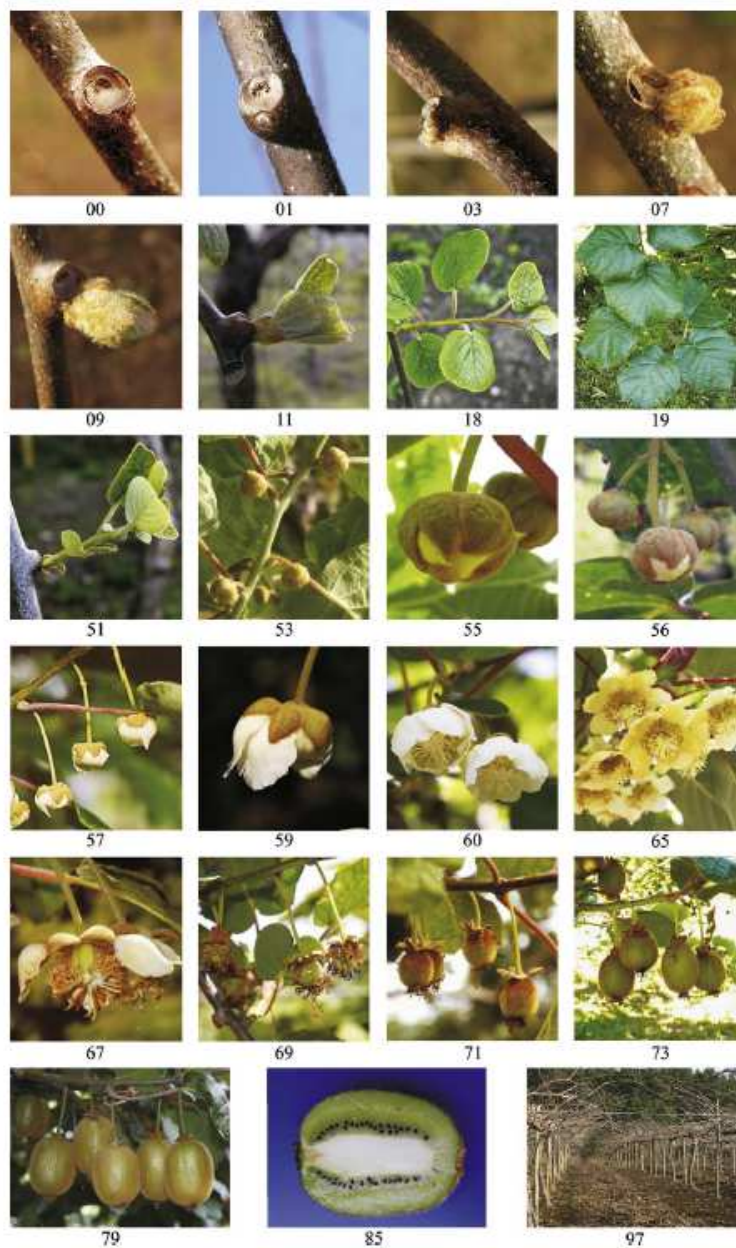


Figura I.4. Algunos de los estados fenológicos del kiwi respecto a la escala BBCH
(Salinero y col., 2009)

1.5. Recolección, almacenamiento y conservación

La producción del kiwi se inicia a partir del tercer año de plantación alcanzándose mejores cosechas a partir del séptimo u octavo año productivo.

El kiwi es un fruto climatérico y parte importante del proceso de maduración se produce durante la conservación. Como el fruto no presenta cambios externos durante la maduración de la planta, se hace necesario recurrir a otros indicadores de madurez para determinar el momento de cosecha; los más relevantes son la firmeza de la pulpa y el contenido de sólidos solubles (Ontivero y Altube, 2002).

Los frutos de kiwi son cosechados con un mínimo de 6.5% de concentración de sólidos solubles, medidos con refractómetro, y cuando la firmeza de la pulpa es igual o mayor a 6.3 kg, medida con un penetrómetro con un émbolo de 7.9 mm (Hopkirk y col., 1989).

El fruto se recolecta en octubre e incluso en noviembre, en el caso de España, cuando alcanza la madurez fisiológica (estado preclimatérico) y se almacena en condiciones controladas para que la madurez comercial no tenga lugar hasta el momento de su comercialización (Antunes y Sfakiotakis, 2002). Por tanto, tras la recolección los frutos se almacenan en cámaras frigoríficas para su conservación, que puede durar hasta el mes de junio.

Para la conservación del kiwi es necesaria una temperatura de aproximadamente 0.5 °C y una humedad relativa superior al 95%. Uno de los factores que puede influir en la calidad y la vida de almacenamiento de frutas y verduras es la atmósfera que los rodea. Dependiendo del tipo de materia y del tiempo de exposición, la mayor parte de frutas y verduras son sensibles a altas concentraciones de O₂ (Wang y Buta, 2003). En el caso del kiwi, valores de 2-3% de O₂ y 3-6% de CO₂ mantienen la dureza del fruto. Es importante controlar la concentración de etileno ya que se trata de una fruta climatérica. El envasado del fruto se realiza en cajas de cartón para un mejor transporte y presentación del mismo.

1.6. Valor nutricional

El kiwi es una fruta considerada con un alto contenido en vitaminas C y E y en fibra. La FAO/OMS (<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24439-es.html>) recomienda una ingesta mínima de frutas y hortalizas de 400 g al día para prevenir enfermedades como cardiopatías, cáncer, diabetes tipo 2 y obesidad. Ambas organizaciones coinciden en que consumir una amplia variedad de frutas y hortalizas ayuda a asegurar una ingesta suficiente de la mayoría de micronutrientes y fibras alimentarias. En la tabla I.1 se

muestran la composición del kiwi y la cantidad diaria recomendada para cada uno de los nutrientes.

Tabla I.1. Composición del kiwi por 100 g de producto

COMPOSICIÓN		cantidad en 100 g de porción comestible	ingestas recomendadas*
Agua (g)		72.2	-
Energía (kcal)		42	3000 - 2300
Proteínas (g)		1	54 - 41
Hidratos de carbono (g)		9.1	450 - 350
Lípidos (g)		0.4	90 - 80
Fibra	Fibra total (g)	2.12	> 30
	Soluble (g)	0.59	12
	Insoluble (g)	1.53	18
Vitaminas	Vitamina A (µg)	7.5	700 - 600
	Carotenos totales (µg)	47	-
	Beta-caroteno (µg)	43	-
	Luteína (µg)	96	-
	Criptoxantina (µg)	3.7	-
	Vitamina B1 (mg)	0.01	1.2 - 1.0
	Vitamina B2 (mg)	0.03	1.6 - 1.3
	Niacina (mg)	0.3	86 - 14
	Vitamina B6 (mg)	0.13	1.2
Minerales	Vitamina C (mg)	51	60
	Calcio (mg)	21	900 - 800
	Hierro (mg)	0.3	9 - 18
	Fósforo (mg)	31	700
	Magnesio (mg)	13	350 - 300
	Zinc (mg)	0.1	9.5
	Sodio (mg)	3	-
	Potasio (mg)	250	310

*Ingesta Recomendada por día: Recomendaciones de energía y nutrientes para hombre-mujer de 20 a 39 años (<http://www.elsevier.es>)

(Moreiras y col., 2001, Olmedilla y col., 2001 y Souci y col., 2002)

1.7. Legislación

El Reglamento CE 1673/2004, de 24 de septiembre de 2004, establece las normas de comercialización aplicables a los kiwis. Este Reglamento define las características de calidad que deben presentar los kiwis después de su acondicionamiento y envasado.

Según las características mínimas de calidad exigidas, los frutos deben estar:

- ✓ enteros (aunque sin pedúnculo)
- ✓ sanos: se excluyen los productos atacados de podredumbre o de alteraciones que los hagan impropios para el consumo
- ✓ limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles
- ✓ prácticamente exentos de parásitos
- ✓ prácticamente exentos de alteraciones causadas por parásitos
- ✓ suficientemente duros; no deben estar blandos, pasados ni empapados en agua
- ✓ bien formados; se excluyen los frutos dobles o múltiples
- ✓ desprovistos de humedad exterior anormal
- ✓ exentos de olor o sabor extraños
- ✓ con un desarrollo y estado tal que les permitan:
 - soportar el transporte y la manipulación y
 - conservarse en buenas condiciones hasta el lugar de destino

Los kiwis pueden clasificarse en diferentes categorías:

- **Categoría Extra:** deben estar bien desarrollados y presentar todas las características y coloración típicas de la variedad. No podrán presentar defectos, salvo ligerísimas alteraciones superficiales que no afecten al aspecto general del producto ni a su calidad, conservación y presentación en el envase. La relación entre el diámetro medio y el diámetro máximo del fruto medido en la sección ecuatorial deberá ser de 0.8 mínimo y el peso mínimo de 90 g.

- **Categoría I:** Deben ser de buena calidad y presentar las características de la variedad. Deben estar duros y la pulpa no debe presentar defectos.

No obstante, siempre que no se vean afectados su aspecto general ni su calidad, conservación y presentación en el envase, podrán presentar los defectos leves siguientes: ligero defecto de forma, de coloración, defectos superficiales en la epidermis (superficies inferiores a 1 cm²) o línea longitudinal que no presente protuberancias ("señal de *Hayward*"). La relación entre el diámetro mínimo y el diámetro máximo del fruto medido en la sección ecuatorial deberá ser de 0.7 como mínimo y el peso mínimo de 70 g.

- **Categoría II:** Comprende los kiwis que no pueden ser clasificados en las categorías superiores, pero que presentan las características mínimas definidas anteriormente. Los frutos deben estar razonablemente duros y la pulpa no debe presentar defectos de importancia. Se admiten los siguientes defectos, siempre y cuando los kiwis conserven las características esenciales en materia de calidad, conservación y presentación: malformaciones, defectos de coloración, defectos epidérmicos (superficie inferior 2 cm²), varias “señales de *Hayward*” o una ligera magulladura. El peso mínimo debe ser de 65 g.

1.8. Situación actual

En la actualidad, el consumo de frutas y hortalizas se produce de forma homogénea a lo largo de los 12 meses del año gracias a las mejoras en la comercialización, la apertura de nuevos mercados y de los nuevos sistemas de producción, factores que han ayudado al incremento del consumo en los últimos años (DAFNE, 2006).

En España, se observa un incremento del 2.7% del consumo de frutas frescas (103,78 unidades de consumo per cápita) (MAGRAMA, 2012a). Este incremento en el consumo de frutas es muy positivo, ya que este grupo de alimentos va a proporcionar una elevada cantidad de vitaminas, antioxidantes y otros componentes que resultan potencialmente beneficiosos en la prevención de enfermedades degenerativas.

Por otro lado, cada vez se demanda mayor información sobre el origen y composición de los alimentos así como de los sistemas de producción. En los últimos años han tomado una especial relevancia ciertas decisiones en la intención de compra como son los efectos beneficiosos sobre la salud, el tipo de procesado, las tecnologías aplicadas, los factores éticos y las implicaciones sociales. Estos cambios han dado lugar a una paulatina transformación de los hábitos de consumo hacia dietas más saludables, que tienen claro efecto en una mayor demanda de productos hortofrutícolas dejando de ser el precio el principal elemento en la decisión de compra. En cuanto a la producción de kiwi, según los datos ofrecidos por la FAO (2011) (tabla I.2), la principal productora mundial es Italia y ocupando el puesto número 11 se encuentra España. El cultivo de kiwi en España se dedicó, en el año 2012, una superficie de 860 ha estando más extendido en el norte peninsular, Galicia presentan el 73% de la superficie total (MAGRAMA, 2012b).

Tabla I.2. Principales productores mundiales de kiwi en el año 2011

País	Producción (t)
Italia	431558
Nueva Zelanda	364958
Chile	237104
Grecia	140400
Francia	73395
Estados Unidos de América	38102
Irán	31576
Turquía	29231
Japón	27185
Portugal	23473
España	23327
República de Corea	10062
Israel	4079
Australia	2996
Suiza	431
Kirguistán	400
Eslovenia	261
Chipre	151
Bulgaria	133

FAO, 2011

2. EL KIWI EN ALMÍBAR

2.1. Procesado de frutas

Según el Código Alimentario Español (CAE, 2006), la denominación genérica de fruta comprende “el fruto, la infrutescencia, la semilla o las partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean propias para el consumo humano” estableciendo las siguientes clasificaciones:

- según su naturaleza:
 - carnosas: aquellas cuya parte comestible posee en su composición al menos un 50% de agua.
 - secas o de cáscara: aquellas cuya parte comestible posee en su composición menos de un 50% de agua (almendra, avellana, castaña, nuez, etc.).
 - oleaginosas (frutas y semillas): aquellas que son empleadas para la obtención de grasas y para el consumo humano (aceituna, cacahuete, coco, girasol, sésamo, etc.).
- según su estado:
 - fruta fresca: es la destinada al consumo inmediato sin sufrir tratamiento alguno que afecte a su estado natural.
 - fruta desecada: es el producto obtenido a partir de frutas frescas, a las que se ha reducido la proporción de humedad por la acción natural del aire y del sol.
 - fruta deshidratada: es el producto obtenido a partir de frutas carnosas frescas a las que se ha reducido la proporción de humedad mediante procesos apropiados y autorizados. El grado de humedad residual será tal que impida toda alteración posterior.

Desde el momento de la cosecha tanto los cambios físicos, bioquímicos (internos o externos) y microbiológicos como los factores ambientales (la temperatura, la humedad y la sequedad, la composición atmosférica, la luz y el tiempo) intervienen sobre la modificación y descomposición de las frutas (Aleixandre, 1977 y Casp y Abril, 1999).

Los métodos para conservar los alimentos implican la aplicación de operaciones encaminadas a preservar la acción de microorganismos y de enzimas manteniendo así sus propiedades nutritivas durante un largo periodo de tiempo.

El procesado de los frutos está regulado por normas basadas en la higiene, la calidad (materia prima, agua de proceso, etc.), el envasado, el empleo de aditivos, el etiquetado, la autenticidad, los controles para exportación e importación, etc. Las normas de calidad internacionales constituyen un referente tanto para el establecimiento de procesos de

elaboración como para la implantación/reforma de industrias en el área de alimentos (Taylor, 1997).

Entre las técnicas empleadas para la conservación de los alimentos se encuentra el tratamiento térmico que permite eliminar varias categorías de microorganismos e inactivar los enzimas que pudiesen alterar el producto y hacerlo impropio para el consumo. Sin embargo, este tipo de tratamiento presenta algunos inconvenientes por los cambios que ocurren en el producto y que afectan a la calidad y al valor nutritivo del mismo, como la destrucción de vitaminas, desnaturalización de proteínas, caramelización de azúcares, gelificación de almidones, destrucción de pigmentos, modificación de sabores y texturas, pérdidas y cambios de aromas e incluso producción de sustancias tóxicas (Aleixandre, 1977 y Casp y Abril, 1999).

La actuación del calor sobre los microorganismos y los constituyentes del alimento requiere un conocimiento de sus propiedades intrínsecas, así como de los factores externos capaces de producir alteraciones en su composición. La termorresistencia presentada por los microorganismos depende inversamente de la actividad de agua del medio así como de su acidez. Según Casp y Abril (1999), los alimentos pueden ser clasificados en cuatro grupos en función del pH:

- Alimentos de acidez baja ($\text{pH} > 5.3$)
- Alimentos de acidez media ($5.3 > \text{pH} > 4.5$)
- Alimentos ácidos ($4.5 > \text{pH} > 3.7$)
- Alimentos muy ácidos ($\text{pH} < 3.7$)

Un tratamiento térmico debe ajustarse de forma que se consigan los resultados deseables (inactivación enzimática, ablandamiento de los tejidos, mejora de la digestibilidad, etc.) y se minimicen los indeseables (destrucción de nutrientes, pérdida de calidad sensorial). La elección del tratamiento térmico más apropiado dependerá de factores como la naturaleza del alimento (líquido, sólido, pastoso), la estabilidad requerida en el producto final y la susceptibilidad al deterioro. El tratamiento térmico seguro debe ser capaz de destruir los microorganismos patógenos e inactivar los no patógenos, lo que se consigue optimizando el binomio tiempo-temperatura que satisfaga estos requerimientos. En función de ello, se pueden seleccionar los siguientes tratamientos: el escaldado o blanqueado, la cocción, la pasteurización y la esterilización. En los dos primeros procesos se consigue una cierta reducción de la flora microbiana presente y los últimos tienen como fin la destrucción microbiana (Aleixandre, 1977, Herson y Hulland, 1985, Fellows, 1993, Burrows, 1997, Casp y Abril, 1999, Potter y Hotchkiss,

1999, Candela y Astiasarán, 2000, Sielaff y Schleusener, 2000, Azeredo, 2004, Emond, 2004, Ludikhuyze y col., 2004 e Ibarz y Barbosa-Canovas, 2005).

Por otro lado, la penetración de calor en los productos envasados depende básicamente de la naturaleza del producto, que es la que determina el mecanismo de transmisión de calor (Casp y Abril, 1999 e Ibarz y Barbosa-Canovas, 2005). Así, se pueden clasificar estos productos en:

- Líquidos de baja viscosidad: permiten el uso de corrientes de convección produciendo un calentamiento muy rápido.
- Sólidos o líquidos de alta viscosidad: el calor se transmite por conducción lo que ocurre de forma más lenta con oscilaciones de temperatura durante el calentamiento y enfriamiento en puntos distintos de la masa del producto.
- Líquidos mezclados con sólidos de pequeño tamaño: la penetración de calor es determinada, en general, por la movilidad del líquido por convección.
- Sólidos con un líquido de cobertura: el líquido se calienta por convección y el sólido por conducción.
- Productos que empiezan a calentarse por conducción y que, por cambios en su estructura y propiedades reológicas, terminan el proceso calentándose por convección.

Entre los diferentes productos elaborados de frutas el Código Alimentario Español considera derivados de frutas “los zumos, néctares, derivados de tomate y confecciones obtenidas a partir de cualquier tipo o variedad de fruta o frutos frescos, mediante tratamiento o manipulación adecuados”. A su vez, confecciones de frutas “es el nombre genérico de los productos obtenidos a partir de frutas frescas o de su zumo, sometidos o no a un proceso de preparación mecánica previo, tratadas, en todo caso, por cocción con o sin materias azucaradas y que se conservan, posteriormente, mediante procedimientos adecuados”. Las frutas en almíbar se integran en ese grupo (CAE, 2006).

2.2. Frutas en almíbar. Operaciones para el procesado

La conservación de las frutas en almíbar tiene como principio la reducción del agua disponible por la adición de azúcar. Las características de las frutas empleadas para la elaboración en almíbar que más influyen en el producto final son la composición, la textura, la forma y el tamaño de los trozos (Casp y Abril, 1999). El procesado engloba diferentes etapas que se muestran en el diagrama de la figura I.5.



Figura I.5. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración

2.2.1. Recepción y selección

Las características de las materias primas aceptadas a la entrada de la fábrica van a determinar de manera decisiva la calidad del producto final. Durante el procesado, los atributos de las materias primas podrán ser mantenidos pero, en ningún caso, mejorados (Arthey, 1994).

Por tanto, es necesario hacer una selección adecuada del producto que se va a procesar. También es indispensable conservarlo de forma correcta hasta el momento de su transformación. La selección visual se hace normalmente de forma manual.

2.2.2. Pelado

El pelado de la fruta se realiza por diversos métodos, en todos los casos resulta necesaria la inspección visual y cierto grado de selección manual, para eliminar restos de piel o imperfecciones (Fellows, 1993). Los métodos de pelado aplicados a frutas son:

- Pelado manual

Se realiza retirando la piel empleando un cuchillo.

- Pelado químico

La fruta se sumerge en una disolución caliente de sosa cáustica (NaOH) y se ajusta el grado de pelado modificando la concentración y la temperatura de la disolución, así como el tiempo de inmersión. En la práctica, la temperatura se suele mantener en torno al punto de ebullición. Este sistema de pelado elimina la piel por pérdida de integridad de los tejidos y va seguido de una eliminación de la misma, con ducha de agua a alta presión (Fellows, 1993, Zuccherelli y Zuccherelli, 1990, Burrows, 1997, Potter y Hotchkiss, 1999, Guldás, 2003 y Sánchez, 2004).

Guldás (2003) recomienda realizar un pelado químico del kiwi con NaOH al 15%, durante 4 minutos a 95 °C ya que así se obtiene una menor pérdida de color verde y de vitamina C que utilizando el pelado manual. Cuando la piel se descompone, se retira mediante chorros de agua, lo que permite también arrastrar los restos de sosa cáustica.

- Pelado térmico

Con este tipo de pelado se provoca la cocción o destrucción de la pulpa pegada a la piel mediante un tratamiento de choque térmico. Dentro del pelado térmico se distingue:

- Pelado con agua caliente: consiste en el tratamiento del fruto con agua, intercalando agua a temperatura de ebullición con agua a temperatura de

refrigeración. Para ello, en primer lugar el fruto es sumergido en agua a ebullición durante un tiempo establecido y, a continuación, en agua a temperatura de aproximadamente 4 °C.

- Pelado con vapor: las frutas y hortalizas se someten a la acción del vapor de agua a gran presión durante un corto período de tiempo, después se reduce súbitamente la presión lo que provoca la separación de la piel.

- Pelado a la llama: la piel es desecada y carbonizada por la exposición del producto a una llama a temperaturas cercanas a los 500 °C.

- Pelado mecánico

Se utilizan métodos físicos de eliminación de la piel como:

- Pelado por abrasión: el equipo más usado es el “parmentière”, constituido por un bol cuyas paredes están recubiertas de Carborundo y el fondo está formado por un disco abrasivo (Biton, 2001).

- Pelado con cuchillas: el pelado se realiza con cuchillas móviles.

- Pelado por ultrasonidos: este método se aplica sólo sobre frutos maduros o blandos.

2.2.3. Troceado

El troceado de las frutas se puede realizar de forma manual, o bien mecánicamente mediante cuchillas que permiten cortar la fruta en porciones. En esta etapa la fruta puede sufrir daños, sobre todo, en su parte exterior. Por tanto, es importante realizar este paso con la precaución de que esto no suceda.

2.2.4. Escaldado

Algunas frutas tienen que ser escaldadas antes del llenado, en especial si van a ser envasadas enteras, o en porciones, puesto que el ablandamiento y la disminución de volumen que con el escaldado se consiguen, facilita el llenado de los botes. El llenado en caliente reduce también el tiempo de procesado cuando la penetración de calor es lenta (Burrows, 1997). Otra de las posibles ventajas que tiene es la eliminación de aire y otros gases intercelulares, para disminuir las reacciones de oxidación y la presión en los recipientes durante la esterilización. Las ventajas del escaldado pueden verse superadas por los inconvenientes que suponen la pérdida de nutrientes y, en algunos casos, un efecto desfavorable de ablandamiento del producto, durante esta operación. Por lo tanto, es conveniente acortar el tiempo de escaldado

tanto como sea posible. Las pérdidas de nutrientes pueden disminuirse escaldando a vapor, en lugar de hacerlo en agua.

2.2.5. Envasado de frutas

La función principal del envase es mantener el producto en las condiciones que presenta al ser elaborado, hasta la fecha de su consumo (Bettison, 1992).

Algunas de las condiciones generales más importantes que deben cumplir los buenos envases son (Potter y Hotchkiss, 1999):

- Carecer de toxicidad.
- Proteger contra la contaminación microbiana.
- Actuar como barrera contra la pérdida o ganancia de humedad y frente a la entrada de oxígeno.
- Proteger al alimento contra la absorción de olores y de tóxicos medioambientales.
- Impedir que se filtren los rayos UV.
- Proporcionar resistencia contra el daño físico.
- Ser fácilmente desechables.
- Ajustarse al tamaño y peso requeridos.
- Tener buen aspecto e impresión.
- Ser baratos.
- Ser compatibles con el alimento.

Los materiales de envasado que se utilizan más en la industria del procesado de frutas en almíbar son el vidrio y la hojalata. El llenado de los botes con la fruta se puede hacer de forma manual o mecánicamente utilizando el equipo adecuado a las exigencias de cada industria.

2.2.6. Adición de almíbar

La adición de almíbar en caliente (70-80 °C) se puede realizar de forma manual o bien mecánicamente empleando un dosificador.

2.2.7. Evacuación del espacio de cabeza y cierre del envase

La eliminación del aire del interior del recipiente antes de proceder a su cierre es una operación importante. Cuando un envase cerrado se calienta, su contenido se expande, aumenta la presión de vapor de agua y los gases disueltos se liberan del producto. Se produce

una presión interna que, en parte, se equilibra con la resistencia del envase, aunque si es excesiva puede provocar la rotura del mismo o la aparición de fugas. Para evitar esto, se deja el espacio de cabeza que sirve para la expansión de líquidos y gases y para facilitar la transmisión de calor en el autoclave.

La presión de vapor en el espacio de cabeza viene determinada por la temperatura que alcanza el producto pero puede reducirse mediante la evacuación del envase que, además, ocasiona una disminución de la tensión de oxígeno, con lo que se evita la interacción de este gas con los envases metálicos y las posibles oxidaciones de componentes de los alimentos, como lípidos insaturados y ciertas vitaminas.

Existen diversos métodos para llevar a cabo la evacuación del aire del envase:

- Evacuación mecánica: consiste en cerrar el envase una vez lleno, se realiza en frío y bajo el vacío producido mecánicamente.
- Llenado en caliente a temperaturas próximas al punto de ebullición: se genera una presión de vapor cercana a 100 kPa en el espacio de cabeza de forma que, si se procede rápidamente al cierre del envase se produce un vacío adecuado al enfriarse. Este método extrae eficazmente los gases atrapados en el alimento y además, constituye un precalentamiento muy útil para acortar el tiempo de procesado.
- Evacuación en caliente: consiste en transportar los envases abiertos a través de un baño de agua o cámara de vapor donde se calienta el producto hasta unos 80-90 °C. Los envases evacuados se cierran después, al salir de las cámaras calientes. En este método el tiempo de evacuación puede ser excesivamente largo en el caso de alimentos que se calientan por conducción.
- Corriente de vapor: se hace pasar un chorro de vapor por la parte superior del envase ya lleno. Después, se coloca automáticamente la tapa, también calentada con vapor, y el envase se cierra. Como no se eliminan los gases atrapados en el producto, el cierre debe ir precedido de un calentamiento del producto (Ordóñez y col., 2008).

2.2.8. Tratamiento térmico

Una de las operaciones más importantes del procesado es la destrucción de los microorganismos mediante calor. El tratamiento térmico dependerá del tipo de microorganismo que se desea eliminar. El microorganismo presente depende principalmente del pH que posee dicho alimento. En los alimentos que se consideran de baja acidez se requiere la destrucción de bacterias patógenas, en cambio en alimentos ácidos se desea la destrucción de

microorganismos deteriorantes y la inactivación de enzimas (Ress y Bettinson, 1994). El tratamiento térmico se va a realizar en relación con un microorganismo de referencia, del que se obtiene un valor de tiempo de muerte térmica (F_{ref}) a una temperatura de referencia (T_{ref}) y un valor de z . Con estos datos, y aplicando la segunda ley de cinética de termorresistencia de microorganismos, se pueden calcular los diferentes valores para el tiempo de muerte térmica (F_T) a distintas temperaturas de trabajo.

$$F_T = F_{ref} \times 10^{\frac{T_{ref} - T}{z}}$$

2.2.9. Enfriamiento y almacenamiento

El enfriamiento se lleva a cabo con el fin de paralizar el proceso térmico de la fase anterior. Normalmente se realiza en el interior del pasteurizador mediante la aplicación de duchas de agua fría. A continuación, cuando se ha logrado reducir la temperatura, las conservas se almacenan en un lugar seco y fresco hasta su posterior consumo.

3. AGRICULTURA ECOLÓGICA

La agricultura ecológica tiene su origen en varios métodos alternativos de producción que se han ido desarrollando desde comienzos del siglo XX, básicamente en el norte de Europa. En estos movimientos alternativos, la agricultura biodinámica (1924), la agricultura biológica (1930) y la agricultura orgánica (1940) ya consideraban el vínculo entre la agricultura, la naturaleza y el respeto de los equilibrios naturales (Le Guillou y Scharpé, 2001 y Torre, 2001).

En los años cincuenta, el principal objetivo de la agricultura era satisfacer las necesidades inmediatas de alimentos y mejorar el nivel de autoabastecimiento de la población mediante un fuerte incremento de productividad utilizando prácticas agrícolas que explotaban el suelo además de la aplicación de fertilizantes y fitosanitarios (Le Guillou y Scharpé, 2001 y Torre, 2001).

A finales de los años sesenta y, sobre todo, en los años setenta, empieza a surgir una toma de conciencia sobre la necesidad de proteger el medio ambiente, creándose asociaciones de productores, consumidores, etc., que se interesan por la ecología y por una vida más ligada a la naturaleza. Sin embargo, es en los años ochenta cuando se produce el verdadero despegue de la agricultura ecológica en la mayor parte de los países europeos, en Estados Unidos,

Canadá, Australia y Japón, alentados por el afán de los consumidores más preocupados en comprar productos sanos y más respetuosos con el entorno (Le Guillou y Scharpé, 2001).

Paralelamente, en muchos países desarrollados surgen iniciativas y estímulos que apoyan la producción de alimentos ecológicos a través de subvenciones o subsidios directos o indirectos a los productores, elaboradores y comercializadores, tanto a escala nacional como regional (Minetti, 2002).

El 28 de junio de 2007, se aprueba y adopta por el consejo de la Comunidad Europea el Reglamento CE 834/2007, sobre la producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento CEE 2092/1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Se establece un nuevo reglamento para obtener la etiqueta ecológica contemplado en el nuevo Reglamento CE 66/2010 del Parlamento europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2009 relativo a la etiqueta ecológica de la UE.

La normativa comunitaria (Reglamento CE 834/2007) indica que la producción ecológica es un sistema general de gestión agrícola y producción de alimentos que combina las mejores prácticas ambientales, un elevado nivel de biodiversidad, la preservación de recursos naturales, la aplicación de normas exigentes sobre bienestar animal y una producción conforme a las preferencias de determinados consumidores por productos obtenidos a partir de sustancias y procesos naturales. Así pues, los métodos de producción ecológicos desempeñan un papel social doble, aportando, por un lado, productos ecológicos a un mercado específico que responde a la demanda de los consumidores y, por otro, bienes públicos que contribuyen a la protección del medio ambiente, al bienestar animal y al desarrollo rural.

Los objetivos principales de la agricultura ecológica, que no son de obligado cumplimiento pero constituyen una guía para los interesados en ingresar en ese sistema de producción, están basados en los siguientes principios e ideas de la FAO:

- Producir alimentos de elevada calidad nutritiva y en suficiente cantidad.
- Interactuar constructivamente y potenciando la vida de todos los sistemas y ciclos naturales.
- Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema que comprenden los microorganismos, la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener e incrementar a largo plazo la fertilidad de los suelos.
- Emplear, en la medida de lo posible, recursos renovables en sistemas agrarios organizados localmente.

- Trabajar, en la medida de lo posible, dentro de un sistema cerrado con respeto a la materia orgánica y los nutrientes minerales.
- Trabajar, en la medida de lo posible, con materiales y sustancias que puedan ser utilizadas de nuevo o recicladas, tanto en la finca como en otro lugar.
- Criar animales conforme a las exigencias naturales de las especies.
- Minimizar todas las formas de contaminación que puedan ser producidas por las prácticas agrícolas.
- Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de plantas y de animales silvestres.
- Permitir que los productores agrarios lleven una vida acorde con los derechos humanos de la ONU, cubran sus necesidades básicas, obtengan unos ingresos adecuados, reciban satisfacción de su trabajo y dispongan de un entorno laboral sano.
- Tener en cuenta el impacto social y ecológico del sistema agrario (Minetti, 2002).

En España se decide en 1993 el traspaso de las competencias sobre la producción y control de la agricultura ecológica a las Comunidades Autónomas, mediante el Real Decreto 1852/1993 (posteriormente modificado por el Real Decreto 506/2001 y 1614/2005). Se crea la Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE), configurada como órgano colegiado adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para el asesoramiento en esa práctica agronómica y para asegurar la aplicación uniforme, eficaz y correcta de los preceptos del Reglamento comunitario en todo el territorio nacional.

Los productos de la agricultura ecológica pueden ser identificados en el mercado por llevar además de su propia marca, una etiqueta (o contraetiqueta) numerada y un logotipo o anagrama específico con el nombre y/o código de la autoridad u organismo de control y la leyenda Agricultura Ecológica (figura I.6). Esto garantiza que la finca o industria donde se ha producido o elaborado el producto está sometida a los controles e inspecciones de la Autoridad o del Organismo correspondiente y cumple las normas establecidas en el Reglamento CE 66/2010.



Figura I.6. Logotipos e identificación de control de producción ecológica

4. PRODUCCIÓN INTEGRADA

El concepto de producción integrada tiene su origen en 1977, en el documento conocido como la Declaración de Ovrinnaz que la define como una fase más avanzada de la Protección Integrada de Plantas cuyas nociones fueron originadas en la década de los 50, simultáneamente en Europa y Norteamérica (California) (Baggiolini, 1998).

Por tanto, la producción integrada es definida como aquel sistema de producción sostenible de alimentos de alta calidad mediante métodos respetuosos con el Medio Ambiente y manteniendo los ingresos de la explotación

El nuevo concepto añade a la protección integrada el manejo racional de los otros componentes del agroecosistema (planta, clima, agua y suelo), considerando la calidad extrínseca e intrínseca (características organolépticas, valor nutritivo, residuos de fitosanitarios, etc.) de los productos agrícolas. Está basado en el conocimiento de la densidad de plagas, la aplicación de umbrales de tolerancia y el establecimiento de los métodos de protección (Boller, 1998 y Ribó, 2004)

Dentro del contexto de agricultura sostenible, la producción integrada establece una jerarquía clara de prioridades que sustituye la combinación libre de los métodos de control considerando, en primer lugar, las medidas preventivas, como el planeamiento del uso óptimo de los recursos naturales, la eliminación de todas las operaciones de impacto negativo en el agroecosistema, la protección y el aumento de antagonistas naturales. La supervisión y el pronóstico de sistemas, como segundo elemento importante, proporcionan los instrumentos necesarios para decidir si, y cuándo, las medidas de control (tercer elemento), tienen que ser aplicadas.

Por lo tanto, el uso de los pesticidas no es por sí mismo una parte integral de la protección integrada de plantas sino una opción que se emplea cuando la prevención no produce resultados aceptables (Boller, 1998).

La producción integrada pretende dar prioridad a la calidad de los productos agrícolas y apuesta por una mejor gerencia de los recursos promoviendo la protección del medio.

Los objetivos que se buscan con este sistema de producción, son:

- Conservación de los recursos (edáficos, hidráulicos, genéticos, etc.) y su utilización como sustitutos de los insumos de la explotación.
- Uso racional de los insumos (energéticos, fitosanitarios, fertilizantes, etc.).

- Gestión adecuada de los residuos (sólidos, líquidos, gases).
- Mantenimiento de la multifuncionalidad en la agricultura (conservación de la vida silvestre, diversificación del paisaje, colonización de áreas marginales, mantenimiento de las técnicas culturales tradicionales, etc.) (Ribó, 2004).
- Utilización restringida de productos agroquímicos de síntesis, como abonos, pesticidas y otros, previa autorización, y su aplicación en cuanto a dosis que establezcan las normas técnicas del cultivo de que se trate (Hidalgo, 2002).

Los productores agrícolas que pretendan acogerse a este sistema de producción deben cumplir distintas obligaciones a fin de garantizar que los productos que han obtenido proceden de la producción integrada. Entre ellas, destacan las siguientes:

- Permitir y colaborar en los controles que se realicen sobre las explotaciones o la actividad que desarrollen.
- Disponer de los servicios técnicos competentes, responsables de dirigir y controlar el cumplimiento de las normas de producción integrada aplicables en el ejercicio de la actividad de que se trate, a no ser que acrediten su calificación en producción integrada. En este último caso, podrán dirigir directamente su actividad conforme a las normas de producción integrada.
- Fomentar la formación del personal a su cargo que desarrolle tareas de producción integrada.
- Cumplir las normas de producción integrada y poseer un cuaderno de explotación donde se anoten todas las operaciones y prácticas de cultivo, en caso de operadores que se dediquen solo a la obtención de productos vegetales, o un registro de las partidas donde pueda comprobarse el origen, uso y destino de las mismas, en el caso de los restantes operadores.
- Obtener la totalidad de la producción de la variedad del producto vegetal por el sistema de producción integrada en unidades de cultivo claramente separadas de otras que no estén sometidas a las normas de este sistema.
- Almacenar, manipular, en su caso, transformar y comercializar por separado, en el espacio o en el tiempo, según el caso, las producciones obtenidas bajo las correspondientes normas de producción integrada de otras obtenidas por métodos diferentes.

- Adoptar las medidas adecuadas para asegurar que durante todas las fases de producción y comercialización no pueda haber sustitución de los productos de la producción integrada por otros.
- Identificar el producto de acuerdo con normas de producción integrada en las fases de producción y comercialización en que intervengan.
- Notificar anualmente al órgano o entidad de certificación, y con anterioridad a la fecha que se determine, su programa de producción, detallándolo por parcelas; así como, periódicamente, los volúmenes producidos y comercializados.
- Adoptar medidas correctoras que resuelvan irregularidades detectadas por los órganos o entidades de control en la producción o comercialización.

En Galicia existe una normativa específica para la producción de kiwi integrado que se recoge en la Orden del 21 de junio de 2005 por la que se aprueba el Reglamento técnico específico, en la que figuran las prácticas obligatorias, recomendadas y prohibidas para dicho sistema productivo.

La identificación de garantía de producción integrada se materializará mediante etiquetas, estampillas u otros medios y podrá ser incluida en los productos amparados por dicha identificación durante todo el proceso de comercialización hasta su destino final. El logotipo específico es presentado a continuación en la figura I.7. (Real Decreto 1201/2002).



Figura I.7. Logotipo e identificación de control de producción integrada

5. ANÁLISIS SENSORIAL

Una definición clásica de la evaluación sensorial es la recogida por Stone y Sidel (1993) y Dijksterhuis (1997): “la disciplina científica usada para evocar, desarrollar, analizar e interpretar reacciones sobre las características de los productos o materiales tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

En la Norma UNE-EN ISO 5492:2010 se define el análisis sensorial como: “ciencia relacionada con la evaluación de los atributos organolépticos de un producto mediante los sentidos”.

Generalmente, el análisis de un alimento por los sentidos comienza antes de que este se sitúe dentro de la boca. En primer lugar, el alimento es analizado por el sentido de la vista, a continuación pasa a ser analizado por el olfato, de forma que si asumimos una respuesta favorable, éste ya se coloca en la boca comenzando el siguiente paso del análisis sensorial. El alimento es masticado y se produce la estimulación de los receptores químicos del gusto (lo que permite la percepción del sabor) paralelamente a un incremento en la emisión de olores que, por vía retronasal, estimulan los receptores olfativos desarrollándose así la percepción del aroma.

Además, el proceso de masticación tiene mucha importancia en la percepción fisiológica de la textura, parámetro en cuya percepción intervienen los sentidos del tacto, la vista, el gusto y el oído.

Las propiedades sensoriales, por tanto, son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Algunas de estas propiedades se perciben por medio de un único sentido mientras que otras son detectadas por dos o más.

Mediante el sentido de la vista se detectan propiedades o atributos sensoriales tales como la apariencia, la forma, el tamaño, etc. Una de las propiedades sensoriales más importante y asociada con el sentido de la vista, para la tecnología de alimentos es el color.

El color, según la Norma UNE-EN ISO 5492:2010, es “la sensación <percepción> de tono, saturación y claridad inducida por estimulación de la retina por ondas luminosas de varias longitudes de onda”.

Mediante el sentido del olfato, por vía directa se detecta el olor que según la Norma UNE-EN ISO 5492:2010 se define como “la sensación percibida por medio del órgano olfatorio al oler ciertas sustancias volátiles”. Para que una sustancia pueda oler debe ser volátil a temperatura ambiente y además debe existir una corriente de aire que transporte la molécula a

los centros olfativos de la nariz. No se han podido determinar olores básicos, normalmente los olores se asocian con el componente mayoritario o más destacable de la muestra a evaluar.

Paralelamente a la percepción del sabor se estimulan los receptores olfativos desarrollándose la percepción del aroma. Según la Norma UNE-EN ISO 5492:2010, el aroma se define como “el atributo sensorial perceptible por el órgano olfatorio, vía retronasal durante la degustación”.

El sentido del gusto lo constituyen los receptores gustativos que se encuentran en la cavidad bucal y que son los botones gustativos, situados en las papilas que se localizan en la superficie de la lengua aunque también se encuentran en la epiglotis, el velo del paladar y la faringe. Mediante este sentido se diferencian los sabores. Se consideran 5 sabores fundamentales: ácido, amargo, dulce, salado y umami, otros sabores que pueden clasificarse como básicos son el alcalino y metálico (UNE-EN ISO 5492:2010).

El sentido del oído participa en la percepción de la textura ya que el sonido no sólo se transmite por el aire, sino que las vibraciones de la masticación de los alimentos pueden ser conducidas por los huesecillos del oído medio y por el oído interno, percibiéndose una serie de sonidos que contribuyen a la percepción de la textura. Por ello los sonidos de la masticación de los alimentos, suelen ser tomados en cuenta en la evaluación de la textura.

Y, finalmente, el tacto es definido, según la Norma UNE-EN ISO 5492:2010, como “el reconocimiento por el contacto directo con la piel de la forma o el estado de un producto”. Son especialmente importantes en el caso de la evaluación sensorial de los alimentos las percepciones táctiles por medio de los dedos, la palma de la mano, la lengua, las encías, la parte interior de las mejillas, la garganta y el paladar, ya que es donde se aprecian o detectan los atributos de textura de los alimentos.

La textura, según la Norma UNE-EN ISO 5492:2010, es “el conjunto de todos los atributos mecánicos, geométricos, de cuerpo y de superficie de un producto perceptible a través de los receptores cinestésicos y somáticos y (si corresponde) visuales y auditivos desde el primer bocado hasta la deglución final”.

Para realizar el análisis sensorial es necesario normalizar las condiciones y todos los términos que puedan influir en la realización de la cata y los resultados de las mismas.

Existen cinco elementos fundamentales que son el entorno, el director o responsable, las muestras, el grupo de sujetos y el tipo de pruebas que se van a realizar.

Respecto al entorno, se ha demostrado que, con independencia de las características personales y del grado de entrenamiento de los jueces, las condiciones externas que rodean a

éstos durante el análisis sensorial influyen, directamente en sus juicios por lo que las condiciones ambientales deben estar normalizadas (Costell, 1983).

Dentro del entorno de la medida sensorial se encuentran, por una parte, el material y por otra los locales (UNE-EN ISO 8589:2010).

El local debe comprender la sala de evaluación o sala de cata y un local de preparación de las muestras que se van a evaluar. Además, se pueden añadir otros servicios como una sala de espera, un despacho, etc.

Es importante que los locales de evaluación o ensayo estén situados próximos a los de preparación, pero su acceso debe realizarse sin atravesar estos últimos.

Entre las especificaciones de la sala de cata se encuentran los siguientes:

- Las condiciones ambientales de la sala deben asegurar al sujeto un cierto confort (temperatura de 20-22 °C y humedad de 60-70%).
- La iluminación debe ser uniforme y confortable.
- El ruido debe ser reducido al mínimo, aunque a veces se prefiere un ruido de fondo como música, que hace más agradable la labor al catador hasta que éste se acostumbra a escupir sin vergüenza.
- El suelo debe ser de fácil limpieza y poco ruidoso.
- Las paredes y el techo deben estar hechos de un material que ni emita ni absorba olores y el color debe ser neutro para no modificar el de las muestras y para ser relajante para los sujetos.
- La sala de degustación debe estar ausente de olores, para lo cual se puede instalar un sistema de aire acondicionado con filtros de carbón activo para reducir la entrada de olores de las otras salas.

La sala debe disponer de cabinas individuales, generalmente de 10 a 15 si bien pueden instalarse hasta 50. Las dimensiones de las mismas, se encuentran recogidas en la Norma UNE-EN ISO 8589:2010.

Respecto al personal del laboratorio de análisis sensorial, las principales funciones comprenden tareas de administración y gestión, científico-técnicas y de operación (UNE 13300-1:2007).

La preparación de las sesiones incluye una preparación preliminar, que se realiza unos días antes. Se realiza el diseño del experimento que tiene como objetivos conseguir la máxima información con el menor número de sesiones y eliminar, o minimizar, el efecto de los factores externos en los resultados.

Con esta preparación preliminar se consigue determinar el número de pruebas que se llevarán a cabo y el orden de realización de las mismas, el número y tipo de jueces necesarios, el número de muestras que cada catador debe analizar en cada sesión, el orden de presentación y la distribución de las muestras, el número de repeticiones y el tiempo necesario para llevar a cabo las sesiones.

En esta etapa también se elaboran las fichas de cata. La ficha utilizada ha de ser clara, lo que implica que sea fácilmente legible y que no esté sobrecargada. Además es necesario manejar conceptos simples pero precisos en donde los términos empleados tengan el mismo sentido tanto para los catadores como para el director.

La preparación y presentación de las muestras, al igual que la preparación de la sala, se realizan generalmente el mismo día.

Finalmente, cuando los sujetos llegan, la sala de cata debe estar preparada según las condiciones anteriormente expuestas. Además de las muestras debe haber un vaso con agua, un trozo de pan y/o manzana, servilletas de papel, luz adecuada, etc.

Las muestras son otro elemento fundamental en el análisis sensorial por lo que sus características, forma de presentación, etc., deben estar perfectamente establecidas, pues de ellas depende en gran medida la obtención de datos fiables. Así, deben ser anónimas, homogéneas y debidamente codificadas. Es, por ello, necesario tener en cuenta aspectos como la forma de presentación, la forma habitual de consumo, la cantidad y/o volumen y, en ocasiones, es interesante poder enmascarar alguna característica externa evitando así que se produzca lo que se conoce como error de estímulo. Es necesario, normalmente, realizar una planificación respecto al orden de presentación de muestras para cada catador y, si es necesario, repetir un orden de presentación.

En la evaluación sensorial el instrumento de medida es particular ya que se trata del conjunto de sentidos de un grupo de sujetos. Por ello, los resultados obtenidos van a depender de la elección y de la eficacia del grupo. El equipo de catadores es, por tanto, el instrumento utilizado en el análisis sensorial y de igual forma que la calidad de los datos obtenidos con otro tipo de instrumentos depende, en gran parte, de su buen funcionamiento y del correcto calibrado, la de los datos sensoriales estará directamente relacionada con el buen funcionamiento del equipo (Damasio y Costell, 1991).

El grupo de sujetos puede ser de dos tipos (Costell, 1981):

- a) Hedónico: destinado a realizar pruebas de preferencia-aceptación entre otras.
- b) Analítico: destinado a realizar pruebas discriminativas y descriptivas con el fin de obtener respuestas objetivas.

Ambos grupos utilizan sus sentidos para evaluar los alimentos, pero el mecanismo de elaboración del juicio es distinto (Sidel y col., 1981).

Dentro de la denominación de catador analítico se pueden incluir según Costell y Durán (1981) dos tipos. Por un lado, los catadores con un grado de entrenamiento medio, destinados a realizar pruebas discriminativas o descriptivas con fines tecnológicos y de control de calidad. Y, por otro lado, los catadores muy entrenados capaces de realizar pruebas descriptivas especiales que requieren una gran precisión y reproducibilidad.

Una de las causas de la falta de precisión en los resultados sensoriales surge de la confusión en la función que le corresponde desempeñar al grupo.

La selección y entrenamiento de ambos grupos puede hacerse con los mismos métodos, con la diferencia del grado de exigencia en la selección y en la intensidad del entrenamiento posterior (Bressan y Behling, 1977, Cross y col., 1978 y Civille y Szczesniak, 2007).

Para formar un panel de catadores entrenado capaz de realizar el análisis sensorial de alimentos de una forma correcta, se recomienda seguir el procedimiento recogido en la norma UNE 87024-1:1995 que comprende las siguientes etapas:

- i) Reclutamiento y selección previa de los jueces legos, con el fin de eliminar antes del entrenamiento a los voluntarios que no estén capacitados para el análisis sensorial (Cross y col., 1978, Durán y Calvo, 1982 y Durr, 1986).
- ii) Entrenamiento de los jueces legos hasta que pasen a ser jueces iniciados.
- iii) Selección de los jueces iniciados, de acuerdo con su capacidad para llevar a cabo determinadas pruebas para convertirse así en catadores (Costell y Durán, 1981 y Costell, 1983).
- iv) Selección de los catadores, que se pueden convertir en jueces expertos (útil en el caso del análisis descriptivo).
- v) Entrenamiento de los catadores hasta convertirlos en jueces expertos.

Por otro lado, respecto al tipo de pruebas, en análisis sensorial se pueden clasificar en dos tipos, las pruebas hedónicas o de consumidores y las analíticas entre las que se encuentran las discriminativas y descriptivas.

Las pruebas discriminativas se utilizan para establecer si hay diferencias o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de estas diferencias. Las pruebas comúnmente empleadas son las triangulares (UNE-EN ISO 4120:2008), las pruebas de comparación por parejas (UNE-EN ISO 5495:2009) y las dúo-trío (UNE-EN ISO 10399:2010).

Con las pruebas descriptivas se trata de diferenciar las propiedades del alimento y medirlas de manera objetiva. Este tipo de pruebas proporcionan mucha más información acerca del producto que las anteriores, sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y la interpretación de los resultados más laboriosa. El análisis descriptivo permite, entre otras cosas, medir atributos sensoriales con relación al tiempo o determinar los perfiles sensoriales en aquellos casos en los que las diferencias entre productos no pueden ser descritas como un solo atributo, sino como una combinación o agrupación de varias características.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aleixandre J.L. (1977).** Conservación de alimentos. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Antunes M.D.C. y Sfakiotakis E.M. (2002).** Chilling induced ethylene biosynthesis in 'Hayward' kiwifruit following storage. *Science Horticultural*, 92, 29-39.
- Arthey D. (1994).** Tecnología de los alimentos congelados. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Azeredo H.M.C. (2004).** Fundamentos de estabilidad de alimentos. 1a Editorial, EMBRAPA Agroindustria Tropical, Fortaleza.
- Bascunana M. (1989).** Cultivo de la *actinidia* - kiwi. Editorial Aedos, Barcelona.
- Baggiolini M. (1998).** Historique: 50 ans de souvenir. Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovronnaz, 21, 1.
- Bettison J. (1992).** Procesado de hortalizas. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Biton M. (2001).** Tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Boller E.F. (1998).** Introduction. En: Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovronnaz. E.F. Boller; J. Avilla; J.P. Gendrier; E. Jorg y C. Malavolta (eds.), Bulletin OILB srop, Vol. 21, 1, Dijon.
- Bressan L.P. y Behling R.W. (1977).** The selection and training of judges for discrimination testing. *Food Technology*, 32, 11, 62.
- Burrows G. (1997).** Producción de frutas térmicamente procesadas y de frutas congeladas. Editorial Acribia, Zaragoza.

- CAE (Código Alimentario Español) (2006).** Legislación alimentaria: código alimentario español y disposiciones complementarias. Frutas y derivados. 7a editorial P. Deleuze Isasi. Editorial Tecnos, Madrid.
- Candela M. y Astiasarán I. (2000).** Alimentos cocinados. En: Alimentos: composición y propiedades. I. Astiasaran Anchia y J. A. Martinez Hernandez (eds.). Editorial McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., Madrid.
- Casp A. y Abril J. (1999).** Procesos de conservación de alimentos. Editorial Mundi-Prensa, Madrid.
- Childers N.F., Morris J.R. y Sibbett G.S. (1995).** Modern fruit science: orchard and small fruit culture. Editorial Horticultural publication, Florida.
- Ciren (Centro de información de recursos naturales) (1988).** Manual del cultivo del kiwi. http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/bdirenci/index/assoc/HASHc4ca.dir/P_C07388.pdf. (Febrero 2011).
- Civille y Szczesniak (2007).** Guidelines to training a texture profile panel. Journal of texture studies, 4, 204.
- Costell E. (1981).** El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos (III): Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, 21, 454-570.
- Costell E. (1983).** El equipo de catadores como instrumento de análisis. Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, 23, 1-10.
- Costell E. y Durán L. (1981).** El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. (II). Planteamiento y planificación: Selección de pruebas. Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, 21, 149-165.
- Cross H.R., Moen R. y Stanfield M.S. (1978).** Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. Journal of Food Science, 32, 48.
- Crowhurst R., Gleave A., MacRae E., Ampomah-Dwamena C., Atkinson R., Beuning L., y col. (2008).** Analysis of expressed sequence tags from Actinidia: applications of a cross species EST database for gene discovery in the areas of flavor, health, color and ripening. BMC Genomics, 9, 351.
- DAFNE. The Data Food Networking project (2006).** European Food Availability databank based on household budget surveys. Grant Agreement number S12.195600 between the Commission of the European Community and the National Kapodistrian University of Athens (NKUA), Greece.

- Damasio M.N. y Costell E. (1991).** Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 31, 165-178.
- Dijksterhuis G.B. (1997).** Multivariate Data Analysis in Sensory and Consumer Science, Food and Nutrition Press Inc., Trumbull, Connecticut, USA.
- Durán L. y Calvo C. (1982).** Calidad de alubias en conserva. I. Selección de los parámetros que definen su calidad sensorial. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 20, 1-12.
- Durr P. (1986).** The human instrument in food science. *Lebensmittel - Wissenschaft and Technology*, 10, 4, 232-233.
- Emond S. P. (2004).** Procesado térmico continuo. En: Tecnologías térmicas para el procesado de alimentos. P. Richardson (ed.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- FAO (2011).** Principales productores de alimentos y productos básicos agrícolas <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (Enero 2013).
- Fellows P. (1993).** Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y prácticas. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Ferguson A.R., Seal A.G., McNeilage M.A., Fraser L. G., Harvey C. F. y Beatson R. A. (1996).** Kiwifruit. En: Fruit breeding: Vine and small fruits crops. Editorial John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Guldas J. (2003).** Peeling and the physical and chemical properties of kiwi fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27, 271-284.
- Herson A. y Hulland E.D. (1985).** Conservas alimenticias: procesado térmico y microbiología. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Hidalgo J.R. (2002).** Entra en vigor la nueva norma nacional de producción integrada. http://www.consumaseguridad.com/web/es/normativa_legal/2002/12/09/4371.php. (Marzo 2009).
- <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24439-es.html>. (Noviembre 2012).
- <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/frutic/kiwi.htm>. (Julio 2012).
- Hopkirk G., Snelgar W., Horne S. y Manson P. (1989).** Effect of increased preharvest temperature on fruit kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of Horticultural Science*, 64, 227-237.
- Ibarz A. y Barbosa-Canovas G.V. (2005).** Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Editorial Mundi-Prensa, Madrid.
- Johnson D.M., Hanson C.A. y Thomson P.H. (1992).** Kiwifruit handbook. Editorial Bonsall Publications, California.

- Le Guillou G. y Sharpé A. (2001).** La agricultura ecológica: Guía sobre la normativa comunitaria. Oficinas de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- Ludikhuyze L., Van Loey A., Idrawati y Hendrickx M. (2004).** Tratamiento combinado térmico-alta presión de alimentos. En: Tecnologías térmicas para el procesado de alimentos. P. Richardson (ed.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- MAGRAMA (2012a).** Datos de consumo alimentario en el hogar y fuera del hogar en España. http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/Datos_Consumo_Alimentario_Hogar_y_fuera_del_HogarDef_tcm7-266149.pdf. (Enero 2013).
- MAGRAMA (2012b).** Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos de España. http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/00ESPANA_tcm7-234252.pdf. (Enero 2013).
- Minetti A.C. (2002).** Marketing de alimentos ecológicos. Editorial Pirámide, Madrid.
- Moreiras O., Carvajal A., Cabrera L. y Cuadrado M. (2001).** Tablas de Composición de Alimentos. Editorial Pirámide, Madrid.
- Nuez F. y Llácer G. (2001).** La Horticultura Española. Editorial de Horticultura S.L., Barcelona.
- Olmedilla B., Granado F., Blanco I., Gil-Martínez E. y Rojas-Hidalgo E. (2001).** Tabla de composición de alimentos. Composición en carotenoides y en equivalentes de retinol de verduras, hortalizas y frutas -crudas y cocidas- por 100 g de porción comestible. Editorial Pirámide, Madrid.
- Ontivero M. y Altube H. (2002).** Evolución de los parámetros de madurez: sólidos solubles, acidez, firmeza en kiwi. http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/cd/latinoamerica/fruticultura/228.htm. (Marzo 2010).
- Orde do 21 de xuno de 2005** pola que se aproba o Regulamento técnico específico de produción integrada de kiwi.
- Ordóñez J.A., Cambero M.I., Fernandez L., García M.L., García G.D., De La Hoz Perales L. y Siegrist M. (2008).** Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 603–608.
- Potter H.N. y Hotchkiss (1999).** Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Real Decreto 1852/1993** de 22 de octubre por el que se regula la producción agrícola, ecológica e indicación de la misma en los productos agrarios y alimentarios. BOE 26/11/1993, núm. 283.

Real Decreto 506/2001 de 11 de mayo por el que se modifica el Real Decreto 1852/1993, de 22 de octubre, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. BOE 26/05/2001, núm. 126.

Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. BOE 20/10/2002, núm. 287.

Real Decreto 1614/2005 de 30 de diciembre por el que se modifica el Real Decreto 1852/1993, de 22 de octubre, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. BOE, 03/01/2006, núm. 2.

Reglamento CEE 2092/1991 del Consejo, de 24 de junio de 1991 sobre la producción ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimentarios. DOL 22/07/1991, núm. 198.

Reglamento CE 1673/2004 de la Comisión, de 24 de septiembre de 2004 por el que se establece la norma de comercialización aplicable a los kiwis. DOL 25/09/2004, núm 300.

Reglamento CE 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento CEE 2092/91. DOL 20/07/07, núm. 189.

Reglamento CE 66/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la etiqueta ecológica de la UE y por la que se deroga el Reglamento 1980/2000.

Ress J.A. y Bettinson J. (1994). Procesado térmico y envasado de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza.

Ribó M. (2004). Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia.

Salinero M.C., Vela P. y Sainz M.J. (2009). Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Hayward). Scientia horticulturae, 121, 27-31.

Sánchez P. (2004). Procesos de conservación poscosecha de productos vegetales. Editorial Antonio Madrid Vicente, Madrid.

Sidel J.L., Stone H. y Bloomquist J.J. (1981). Use and misure of sensory evaluation in research and quality control. Food Quality and Preference, 64, 2296-2302.

Sielaff H. y Schleusener H. (2000). Cinética de la destrucción de microorganismos, inactivación de enzimas y alteraciones por efecto del calor. En: Tecnología de la fabricación de conservas. H. Sielaff (cood.). Editorial Acribia, Zaragoza.

Souci S.W., Fachmann W. y Kraut H. (2002). Food Composition and Nutrition Tables. Revista Deutsche Forschungsanstalt fur Lebensmittelchemie, 4, 85748, Garching.

- Stone H. y Sidel J.L. (1993).** Sensory Evaluation Practice. Editorial Academic Press, Inc., San Diego, CA.
- Taylor R. B. (1997).** Introducción al procesado de frutas. En: Procesado de frutas. D. Arthey y P. R. Ashurst (eds.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Torre C. (2001).** Las producciones ecológicas. Editorial Agribrands Europe, Madrid.
- UNE 87024-1:1995 (1995).** Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 1: Catadores (ISO 8586-1:1993). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-ISO 13300-1:2007 (2007).** Análisis sensorial. Guía general para el personal de los laboratorios de evaluación sensorial. Parte 1: Responsabilidades del personal. (ISO 13300-1:2006). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 4120:2008 (2008).** Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular (ISO 4120:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 5492:2010 (2010).** Análisis sensorial. Vocabulario. Guía general (ISO 5492:2008). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 5495:2009 (2009).** Análisis sensorial. Metodología. Prueba de comparación por parejas (ISO 5495:2005/Cor 1:2006). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 8589:2010 (2010).** Análisis sensorial. Guía general para el diseño de salas de cata (ISO 8589:2007). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 10399:2010 (2010).** Análisis sensorial. Metodología. Ensayo dúo-trío (ISO 10399:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- Wang C.Y. y Buta J.G. (2003).** Maintaining quality of fresh-cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 181-186.
- Zuccherelli G. y Zuccherelli G. (1990).** La Actinidia (kiwi). Editorial Mundi Prensa, Madrid.



II. OBJETIVOS





Esta Tesis Doctoral, que se encuentra enmarcada dentro del Proyecto de Investigación financiado por la Xunta de Galicia (Ref. P6IDIT06TAL28201PR) titulado “Kiwigal: kiwi galego: estudios de mercado, caracterización e industrialización”, se ha planteado con los siguientes objetivos:

1. Determinar la eficacia del panel de catadores que será utilizado para realizar la caracterización sensorial del kiwi fresco y del kiwi en almíbar.
2. Estudiar la influencia del sistema de cultivo y del tiempo de almacenamiento en cámara sobre las características sensoriales del kiwi fresco.
3. Estudiar la influencia del sistema de cultivo y del tiempo de almacenamiento en cámara sobre las características físico-químicas del kiwi fresco.
4. Optimizar el proceso de elaboración del kiwi en almíbar.
5. Estudiar la influencia de la materia prima, del proceso de producción y del tiempo de almacenamiento sobre las características físico-químicas y sensoriales del kiwi en almíbar.
6. Estudiar el comportamiento del consumidor hacia los productos ecológicos y medir el grado de aceptación y preferencia de kiwi en fresco obtenido por diferentes sistemas de cultivo.
7. Evaluar la aceptación e intención de compra del kiwi en almíbar.



III. MUESTRAS





1. Muestras

En este estudio se incluyen kiwis (*Actinidia deliciosa*, cv. *Hayward*) procedentes de 3 sistemas de cultivo (ecológico, integrado y convencional) para lo cual se seleccionaron 3 fincas en la zona de Tomiño, Pontevedra ($41^{\circ}59'43.72''\text{N}$ y $8^{\circ}42'10.4''\text{W}$) (figura III.1).



Figura III.1. Geolocalización de la zona de producción de los kiwis

Los datos que hacen referencia a las fincas de los productores de kiwi se muestran en la tabla III.1.

Tabla III.1. Datos referentes a las fincas de los productores de kiwi

	Ecológico	Convencional	Integrado
Ubicación	Soutelo-Goián	Figueiró	Carregal
Ayuntamiento	Tomiño	Tomiño	Tomiño
Provincia	Pontevedra	Pontevedra	Pontevedra
Superficie (ha)	0.6	22	12
Suelo	Franco	Franco-arenoso	Franco-arenoso
Riego	Microaspersión	Microaspersión	Microaspersión
Marco	4.5 x 3.0	4.5 x 3.0	4.5 x 5.0
Proporción de machos	1:6	1:6	1:6
t/ha aproximada	35	22	25
°Brix	8.2	6.3 - 10.5	7.0 - 10.6
Aplicaciones	- Eurobio 0-26-0 - Sulfato de potasa	- N: 110 UF/ha - P: 70 UF/ha - K: 140 UF/ha - Ca: 30 UF/ha - Mg: 20 UF/ha - Herbicida Glifosato	- N: 75 UF/ha - P: 20 UF/ha - K: 210 UF/ha - Ca: 50 UF/ha - Mg: 30 UF/ha - Cianamida de hidrógeno - Herbicida Glifosato
Condiciones de almacenamiento	Curado 24-48 horas a temperatura ambiente, almacenamiento en cámaras a 0 °C (aproximadamente) durante un período variable entre 1 y 6 meses		

En las plantaciones seleccionadas para el estudio, la proporción entre planta macho y plantas hembra es de 1:6 y el sistema de riego utilizado es el de microaspersión. Este sistema consiste en una red de aspersores que pulverizan finamente el agua y se encuentran situados por encima de las plantas a una distancia regular, que varía según el radio de riego del aspersor. El riego por aspersión permite distribuir uniformemente el agua y es un método antiheladas muy eficaz.

Los kiwis de producción integrada y convencional son cultivados en suelos de tipo franco-arenoso. En estos cultivos está permitido el uso de herbicidas, y los productores utilizan

con este fin el glifosato. El cultivo integrado se fertiliza con cianamida de hidrógeno para activar la brotación.

Los kiwis de tipo ecológico son cultivados en suelos de tipo franco y fertilizados con Eurobio 0-26-0, abono cuyo uso está autorizado en agricultura ecológica al ser fabricado conforme a la normativa europea vigente (Reglamento CEE 834/2007 del Consejo por el que se modifica el Reglamento CE 2381/1994 de la Comisión) que regula el uso de productos utilizados en agricultura y ganadería ecológicas. Para la eliminación de las malas hierbas se utiliza exclusivamente el sistema de corte.

En cada una de las fincas se recogen kiwis de las plantas previamente seleccionadas por el grupo de Investigación de la Universidad de Vigo dirigido por el Dr. Pedro Pablo Gallego en colaboración con la empresa Kiwi Atlántico, S.A. Los kiwis se recolectan en noviembre de 2007 y 2008 cuando el fruto alcanza los 6.2 °Brix (Reglamento CE 1673/2004 y Wang y col., 2011).

Los kiwis, una vez recogidos, se llevan a la empresa Kiwi Atlántico S.A., donde se calibran. Los criterios para esta clasificación se recogen en la tabla III.2.

Tabla III.2. Clasificación de calibres tipificada en el mercado

Calibre	20/23	25	27	30	33	36	39	42	46
Rango de pesos (g)		115	105	95	87	80	74	68	65
	>126	a	a	a	a	a	a	a	a
		125	115	105	95	87	80	78	68

Para el estudio del kiwi en fresco se seleccionan frutos de categoría extra, con un tamaño medio de 94.0 ± 7.4 g y con un calibre de entre 30 y 33. Para el estudio del kiwi en almíbar se seleccionan kiwis de destrío correspondientes a una calidad inferior a la categoría II y/o kiwis con malformaciones.

A continuación, en la empresa se realiza el atemperado o curado y el almacenamiento en cámara a 0 °C y a una humedad relativa del 90%.

Finalmente, los kiwis son transportados al Laboratorio de las Áreas de Tecnología de los Alimentos y de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Veterinaria. Para el estudio del kiwi en fresco, en cada muestreo se utilizan tres cajas de cartón que contienen un peso

aproximado de 7 kg de kiwi (una caja por cada tipo de cultivo ecológico, convencional e integrado) (figura III.2).



Figura III.2. Muestra de kiwi de cultivo integrado

Las muestras se mantienen a temperatura ambiente durante 7 días previo a su análisis, con el objetivo de que adquieran unas características adecuadas para su consumo (Cotter y col., 1991 y Arazuri y col., 2005), seleccionando aquellos frutos con valores de sólidos solubles por encima de 12.5 °Brix en el momento del análisis, en base a que autores como Crisosto y Crisosto (2001) indican que a los consumidores les gusta el kiwi maduro con este contenido en sólidos solubles.

2. Bibliografía

- Arazuri S., Jarén C. y Arana J. (2005).** Selection of the temperature in the sugar content determination of kiwifruit. *International Journal of Infrared and Millimeter Waves*, 26, 607-616.
- Cotter R.L., Macrae E.A., Ferguson A.R., McMath K.L. y Brennan C.J. (1991).** A comparison of the ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruits. *Journal of Horticultural Science*, 66, 291-300.
- Crisosto C.H. y Crisosto G. (2001).** Understanding consumer acceptance of early harvested "Hayward" kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 205-213.
- Reglamento CE 2381/1994** de 30 de septiembre de 1994 que modifica el anexo II del Reglamento (CEE) n ° 2092/91 sobre la producción ecológica de productos agrícolas y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- Reglamento CE 1673/2004** de la Comisión, de 24 de septiembre, por el que se establece la norma de comercialización aplicable a los kiwis. DOL 25/09/2004, núm. 300.

Reglamento CE 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento CEE 2092/91. DOL 20/07/07, núm. 189.

Wang M.Y., MacRae E., Wohlers, M. y Marsh K. (2011). Changes in volatile production and sensory quality of kiwifruit during fruit maturation in *Actinidia deliciosa* 'Hayward' and *A. chinensis* 'Hort16A'. *Postharvest Biology and Technology*, 59, 16-24.





IV. KIWI EN FRESCO





IV.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

1. Introducción

El análisis descriptivo es una herramienta básica en el análisis sensorial, de especial relevancia en la investigación y desarrollo de productos. Este análisis debe ser realizado utilizando un panel de catadores que haya sido entrenado en la identificación y percepción de la intensidad de las características sensoriales de los productos a fin de que pueda reproducir datos fiables (McDonnel y col., 2001).

En este tipo de análisis es necesaria la selección de los términos más adecuados para definir el alimento a estudiar, la definición y forma de evaluación de dichos términos, el establecimiento de las escalas para cuantificar cada término y la selección de las referencias a utilizar en cada escala.

Costell y col. (1989) argumentan que, cuando se dispone de un equipo de catadores destinado a realizar análisis descriptivo es necesario obtener información sobre la eficacia del grupo. Para ello, se deben realizar sesiones de cata con el objetivo de entrenar al panel y, simultáneamente, valorar la concordancia del criterio entre catadores, la consistencia del equipo, el uso de la escala y la precisión de sus evaluaciones (Carbonell y col., 2006). Con el fin de conocer con mayor exhaustividad, cada una de estas pautas, otros autores han descrito con más detalle cada uno de estos parámetros (Montouto y col., 2002).

Así, en la concordancia se evalúa la homogeneidad de criterio entre catadores analizando el comportamiento de cada catador respecto al grupo (Dijksterhuis, 1994). En la consistencia se analiza la reproducibilidad de los juicios emitidos por el equipo al evaluar la misma muestra en diferentes sesiones (Durán y Calvo, 1982). En el uso de la escala se estudia si los catadores utilizan diferentes rangos de la misma (Lea y col., 1997). En la precisión se comprueba que haya poca variabilidad en los resultados asociados a réplicas de la misma muestra (Wolters y Allchurch, 1994).

La mayoría de los procedimientos estadísticos están basados en el análisis de la varianza (ANOVA), por ejemplo Carlucci y Monteleone (2001) proponen que el panel debe ser un factor aleatorio en el modelo del ANOVA cuando el objetivo es obtener información sobre el producto, y un factor fijo cuando el objetivo es estudiar el comportamiento del panel. Además Latreille y col. (2006) estudian la eficacia global del panel y la eficacia individual de cada catador mediante un modelo mixto donde los catadores son un factor aleatorio y el producto un factor fijo. Costell y col. (1989) proponen usar un ANOVA para evaluar la

habilidad discriminativa y la reproducibilidad de cada catador y un ANOVA multivariante para asegurar la concordancia entre catadores. Por otro lado, Naes y Solheim (1991) proponen la representación gráfica de la desviación obtenida de cada catador para cada atributo.

Existen, por tanto, diferentes métodos estadísticos relacionados con la evaluación del panel (Ness y col., 2010). Los métodos para el entrenamiento del panel están focalizados en la integración de medidas que capturen la varianza en la habilidad de los catadores para comprobar la reproducibilidad de los juicios, para comparar las respuestas individuales con respecto a los otros miembros del grupo, para evaluar las respuestas con respecto a la media del panel y, también, para testar la habilidad del panel en la discriminación entre las diferencias sensoriales entre productos (Tomic y col., 2013).

Por tanto, cuando se cuenta con un panel de catadores entrenado en la aplicación del análisis descriptivo, con el que se ha desarrollado y establecido previamente la ficha de cata, es necesaria realización de la validación de dicho panel así como estudiar aquellos atributos que definen las características sensoriales del producto, en este caso del kiwi. La falta de datos bibliográficos en torno al análisis sensorial del kiwi, hace que este estudio pueda ser una posible base para trabajos posteriores.

2. Objetivos

El primer objetivo de este capítulo es realizar el control de la eficacia del equipo de catadores, utilizado previamente en la evaluación sensorial del kiwi fresco. El segundo objetivo es conocer la posible influencia del tiempo de almacenamiento en cámara, del sistema de cultivo (ecológico, convencional e integrado) y de la campaña de recolección del fruto sobre las características organolépticas del kiwi en fresco.

3. Material y métodos

3.1. Muestras

Para llevar a cabo este estudio se utilizan muestras de kiwis (*Actinidia deliciosa*, variedad *Hayward*) procedentes de tres sistemas de cultivo diferentes (ecológico, integrado y convencional) pertenecientes a las campañas del 07-08 y 08-09. Las características de las muestras están detalladas en el capítulo III.

3.2. Análisis sensorial

El grupo de cata está compuesto por 9 catadores que ya han participado en la evaluación sensorial de otros alimentos, entre ellos kiwi. Las pruebas de análisis sensorial se realizan en una sala de cata normalizada según la Norma UNE-EN ISO 8589:2010, ubicada en el Área de Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de Lugo. Consta de 10 cabinas idénticas y separadas por mamparas lo suficientemente altas y anchas para aislar a los jueces.

Se elabora el protocolo experimental, según un diseño en bloques completos al azar, siguiendo los pasos definidos en la Norma UNE 87008:1992. Se seleccionan, de forma aleatoria, el mismo número de muestras de cada sistema de cultivo. Se define el orden aleatorio de presentación de las muestras para cada juez de forma que en total el producto sea evaluado el mismo número de veces. Se codifican las muestras con un número de tres dígitos elegidos al azar. De cada tipo de cultivo se presenta, a cada catador, un kiwi entero a temperatura ambiente y en un plato blanco codificado.

En el control de eficacia del grupo, el panel de cata evalúa tres muestras de kiwi de la misma procedencia para cada sesión en un total de 4 sesiones.

El análisis descriptivo se lleva a cabo utilizando descriptores evaluados con escalas no estructuradas de 10 cm y con escalas de 2 puntos.

En cuanto a los descriptores evaluados con escalas no estructuradas, el catador debe indicar en la escala del 0 al 10, el punto que corresponda a la magnitud percibida, siguiendo las instrucciones que corresponden a la evaluación de cada descriptor y considerando la sensación percibida.

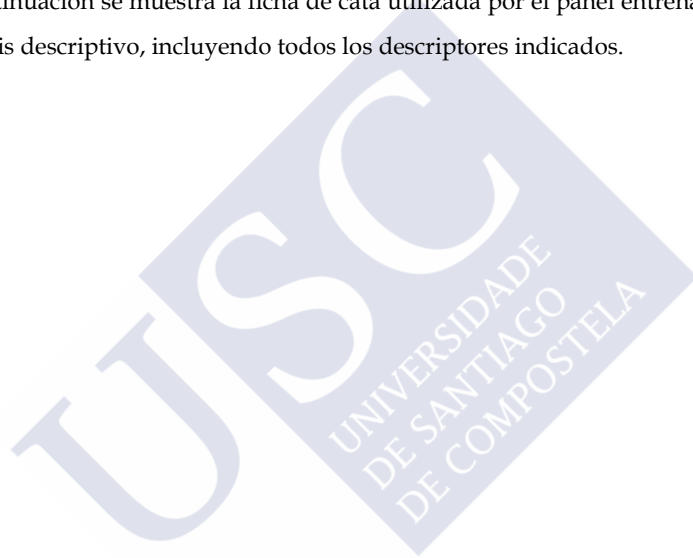
Las definiciones de dichos descriptores se presentan en la tabla IV.1.1. Para estas definiciones se utilizan términos incluidos en el vocabulario de análisis sensorial de la Norma UNE-EN ISO 5492:2010 y el diccionario de la Real Academia Española (2001).

Tabla IV.1.1. Definición de descriptores evaluados con escala no estructurada

Intensidad olor externo	<i>Sensación percibida por medio del órgano olfatorio al oler ciertas sustancias volátiles al acercarse a la nariz el kiwi entero.</i>
Dureza	<i>Atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza requerida para lograr una determinada deformación o rotura de un producto.</i>
Abundancia de pelos	<i>Cantidad de pelos en la parte externa del kiwi.</i>
Color de la pulpa	<i>Sensación de tono, saturación y claridad inducida por estimulación de la retina por ondas luminosas de varias longitudes de onda.</i>
Intensidad olor interno	<i>Sensación percibida por medio del órgano olfatorio al oler ciertas sustancias volátiles al acercarse a la nariz el kiwi por la mitad.</i>
Intensidad flavor	<i>Combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación.</i>
Sabor dulce	<i>Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o sintéticas como la sacarosa o el aspartamo.</i>
Sabor ácido	<i>Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de las sustancias ácidas (por ejemplo, ácido cítrico y ácido tartárico).</i>
Jugosidad	<i>Atributo de superficie que describe la percepción del agua absorbida o liberada por un producto.</i>
Consistencia	<i>Atributo mecánico detectado por la estimulación de los receptores táctiles o visuales.</i>
Fibrosidad	<i>Atributo geométrico de textura relacionado con la percepción de la forma y orientación de partículas o filamentos largos orientados en la misma dirección.</i>
Astringencia	<i>Sensación compleja acompañada por la contracción, tirantez y fruncimiento de la piel o mucosa bucal producida por sustancias tales como los taninos del caqui o los taninos del endrino (ciruelo silvestre).</i>

Además de los descriptores citados, se incluyen otros descriptores que no interesa cuantificar sino únicamente determinar, por ejemplo, la presencia o ausencia de una característica. Estos descriptores son: restos vegetales en el receptáculo, manchas externas, picaduras externas, golpes y mazaduras externas, deformidades externas, olor a verde, olor a medicina, olores internos extraños y golpes internos. También se cuantifican con escalas de 2 puntos la forma externa (alargado/achatado), la uniformidad del color externo (sí/no) y el descriptor cantidad de semillas que hace referencia al número de filas de semillas que puede tener el kiwi (una/dos).

A continuación se muestra la ficha de cata utilizada por el panel entrenado para llevar a cabo el análisis descriptivo, incluyendo todos los descriptores indicados.



Kiwi en fresco _____

FICHA DE CATA PARA LA EVALUACIÓN DEL KIWI FRESCO

PARTE EXTERNA

Forma: ☐ Alargado ☐ Achatado

Intensidad del olor externo:

Dureza:

_____ Pelota antiestrés Pelota tenis

Uniformidad del color externo: ☐ Sí ☐ No

Abundancia de pelos:

_____ Escaso Moderado Abundante

Restos vegetales en el receptáculo: ☐ Presencia ☐ Ausencia

Manchas externas: ☐ Presencia ☐ Ausencia

Picaduras externas: ☐ Presencia ☐ Ausencia

Golpes, mazaduras externas: ☐ Presencia ☐ Ausencia

Deformidades externas: ☐ Presencia ☐ Ausencia

Observaciones:

CORTE POR LA MITAD

Intensidad olor interno:

Olor a verde: ☐ Presencia ☐ Ausencia
Olor a medicina: ☐ Presencia ☐ Ausencia
Olores internos extraños: ☐ Presencia ☐ Ausencia
Golpes internos: ☐ Presencia ☐ Ausencia
Color de la pulpa:

373

575



Cantidad de semillas:

☐ 1 fila

☐ 2 filas

Observaciones:

Kiwi en fresco _____

EN BOCA

Cantidad de muestra: la evaluación de los descriptores que siguen se realizará sobre la mitad de una rodaja de, aproximadamente, 1 cm de espesor sin piel.

Intensidad flavor:

Sabor dulce:

7.20 g/L 24 g/L

Sabor ácido:

0.38 g/L 1.40 g/L

Jugosidad:

Manzana Granny

Consistencia:

Plátano maduro Plátano verde

Fibrosidad:

Melocotón Piña

Astringencia:

0.25 g/L 0.40 g/L

Observaciones:

3.3. Análisis estadístico

Para la realización del análisis se usa el paquete estadístico PASW versión 18 para Windows (Martin, 2007).

3.3.1. Control de la eficacia

En la tabla IV.1.2 se presentan las técnicas estadísticas empleadas en la valoración de cada uno de los aspectos que globalmente van a determinar la eficacia del grupo.

Tabla IV.1.2. Técnicas estadísticas aplicadas al control de eficacia del panel de catadores

	Técnica Estadística	Procedimiento
concordancia	ANOVA de 2 factores (catador y sesión con interacción), coeficientes de correlación y test	-Análisis del efecto del factor catador -Cálculo del coeficiente de correlación entre las calificaciones de cada catador y las calificaciones medias del equipo
	Chi-cuadrado	-Para los descriptores evaluados en escalas de dos puntos, comprobación de que la respuesta no depende del catador mediante la prueba Chi-cuadrado
consistencia	ANOVA de 2 factores (catador y sesión con interacción) y test de Rangos Simples (Friedman)	-Análisis del efecto significativo de la interacción catador x sesión -Clasificación (*) de los catadores según su contribución a la suma de cuadrados de la interacción
uso de la escala	Test de Rangos Simples (Friedman)	-Clasificación (*) de los catadores a partir del rango de valoraciones de cada atributo
precisión	ANOVA de 2 factores (catador y sesión con interacción) y Test de Rangos Simples (Friedman)	-Clasificación (*) de los catadores según su contribución a la suma de cuadrados residual del ANOVA de 2 factores

(*) La clasificación de los catadores se hace estableciendo las diferencias significativas entre catadores según la expresión adaptada de la prueba LSD de Fisher para el test no paramétrico de Friedman (Meilgaard y col., 1999)

3.3.2. Perfil sensorial descriptivo cuantitativo

Las técnicas estadísticas empleadas para el análisis de los datos obtenidos con los descriptores evaluados con escalas no estructuradas y escalas estructuradas son diferentes. A continuación se indican las técnicas empleadas y el procedimiento a seguir (tabla IV.1.3).

Tabla IV.1.3. Técnicas estadísticas aplicadas al perfil sensorial descriptivo cuantitativo

	Técnica Estadística	Procedimiento
descriptores de escala no estructurada	ANOVA de 2 factores (tiempo y cultivo con interacción) considerando al catador como bloque y prueba de Tukey	-Análisis del efecto del tipo de cultivo
		-Análisis del efecto del tiempo de almacenamiento
descriptores de dos puntos	Prueba Q de Cochran	-Análisis de las diferencias entre tipos de cultivo

4. Resultados y discusión

4.1. Control de la eficacia

Con los datos obtenidos en la evaluación de los descriptores medidos con escalas no estructuradas, se realiza un ANOVA de 2 factores (catador y sesión) con interacción (tabla IV.1.4). Este análisis es el punto de partida para evaluar la concordancia entre catadores, la consistencia de su juicio, la utilización de las escalas y la precisión de sus evaluaciones.

Tabla IV.1.4. Resultados del ANOVA de 2 factores (catador y sesión) con interacción

	p-valor (catador)	p-valor (sesión)	p-valor (c x s)
Intensidad del olor externo	***	**	*
Dureza	**	***	ns
Abundancia de pelos	***	ns	ns
Intensidad de olor interno	***	ns	ns
Color de la pulpa	***	ns	ns
Intensidad de flavor	***	ns	ns
Sabor dulce	***	*	ns
Sabor ácido	***	*	ns
Jugosidad	***	ns	*
Consistencia	ns	**	ns
Fibrosidad	***	*	*
Astringencia	***	ns	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Concordancia

La concordancia de criterio entre los diferentes catadores puede analizarse, para cada uno de los 12 descriptores evaluados con escalas no estructuradas, valorando el efecto del factor catador. Los resultados del ANOVA (tabla IV.1.4) muestran que en la mayoría de los descriptores se detectan diferencias significativas entre catadores. Carbonell y col. (2002) señalan que estas diferencias significativas no influyen en la detección de diferencias entre muestras, pero sí dan información sobre el comportamiento de los catadores puesto que, generalmente, son consecuencia de la tendencia a emplear diferentes partes de la escala (Lea y col., 1997 y Carbonell y col., 2002).

Cuando se detecta que existen diferencias significativas entre catadores, uno de los criterios para mejorar la homogeneidad del equipo es la identificación del catador o catadores cuyo juicio difiere del resto. Tomar esta decisión, a partir de los resultados del ANOVA, cuando se tienen discrepancias en muchos de los atributos no resulta fácil, por ello, es conveniente emplear otros criterios para analizar la concordancia del grupo (Damasio y Costell, 1991). Para el presente estudio se determina la concordancia mediante el estudio de los coeficientes de correlación entre las calificaciones medias de cada juez y las calificaciones medias del equipo (Damasio y Costell, 1991). Valores negativos de dichos coeficientes (r) indican una discordancia total en el juicio, y valores positivos indican que cuanto mayores sean éstos, mayor será la concordancia. En la tabla IV.1.5 se recogen los valores obtenidos para cada uno de los catadores. Se observa que los coeficientes de correlación son significativos y que la correlación es positiva, situándose por encima de 0.7. Cinco del total de catadores presentan un coeficiente de correlación mayor de 0.9, lo cual indica un alto grado de acuerdo entre la valoración de cada catador y la media del grupo (figura IV.1.1).

Tabla IV.1.5. Coeficientes de correlación entre las calificaciones medias de cada catador y las calificaciones medias del grupo

	Coeficientes de correlación (r)
catador 1	0.9 ***
catador 2	0.8 **
catador 3	0.8 **
catador 5	0.9 ***
catador 6	0.9 ***
catador 8	0.7 **
catador 9	0.9 ***
catador 10	0.9 ***
catador 11	0.9 ***

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

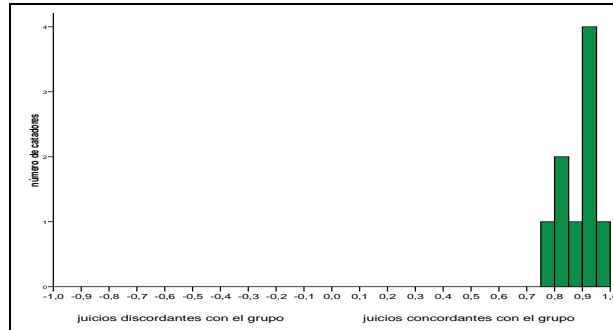


Figura IV.1.1. Correlaciones entre las calificaciones medias de cada catador y las calificaciones medias del grupo

La concordancia para los descriptores de 2 puntos se analiza mediante la prueba Chi-cuadrado de independencia. En esta prueba, un resultado significativo indica que la valoración del atributo depende del catador que la efectúa reflejando así la discordancia de criterio entre catadores.

En los atributos: forma externa, restos de vegetales en el receptáculo, manchas externas, picaduras externas, golpes y mazaduras externas, deformidades externas, olor a verde, olores internos extraños y golpes internos se comprueba que hay concordancia entre catadores ya que la prueba Chi-cuadrado no resulta significativa. No ocurre así en la uniformidad del color externo, olor a medicina y cantidad de semillas que son los únicos descriptores para los que se obtiene un resultado significativo (tabla IV.1.6).

Tabla IV.1.6. Valores Chi-cuadrado para los atributos evaluados con escalas estructuradas

	Chi-cuadrado
Uniformidad del color externo	19.3 *
Forma externa	15.7 ns
Restos de vegetales en el receptáculo	14.7 ns
Manchas externas	8.8 ns
Picaduras externas	8.2 ns
Golpes y mazaduras externas	10.8 ns
Deformidades externas	10.8 ns
Olor a verde	13.5 ns
Olor a medicina	20.2 **
Olores internos extraños	6.9 ns
Golpes internos	6.9 ns
Cantidad de semillas	31.9 ***

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Consistencia del grupo

Para conocer la consistencia del equipo de catadores en conjunto, se analiza la homogeneidad de los juicios emitidos por el equipo a lo largo de las sucesivas sesiones de cata. Para garantizar que el criterio del equipo de catadores se mantiene de una sesión a otra, el efecto de la interacción catador x sesión debe resultar no significativo para cada uno de los atributos.

La tabla IV.1.4 refleja que únicamente hay efecto significativo (p -valor < 0.05) de la interacción catador x sesión en intensidad del olor externo, jugosidad y fibrosidad. Así pues, para la mayoría de los atributos, el panel es capaz de dar un resultado homogéneo a lo largo de las sucesivas sesiones.

No obstante, se considera interesante analizar el comportamiento individual de cada juez calculando la contribución individual de cada catador a la suma de cuadrados de la interacción catador x sesión (SSI) (Carbonell y col., 2006).

El objetivo es identificar los catadores que se alejan más del grupo debido a que cambian su criterio al pasar de una sesión a otra, mientras que el resto del grupo no lo hace.

La contribución a la suma de cuadrados (SSI) no se valora cuantitativamente ya que se podría dar el caso de que un catador que cambia de criterio entre sesiones en muchos de los

descriptores, quede encubierto por otro que sólo lo hace en alguno de ellos si numéricamente éste tiene una contribución mayor. En la figura IV.1.2 se recoge un ejemplo de esta situación entre los catadores 5 y 10. Se observa cómo el catador 10 presenta mayor contribución global a la suma de cuadrados SSI que el catador 5, sin embargo el catador 5 presenta contribuciones más altas que el catador 10 en un mayor número de descriptores (7 de los 12 descriptores). En estas circunstancias conviene convertir la contribución de cada catador en cada atributo a rangos para así eliminar la magnitud del efecto.

Por tanto, se asigna un orden o rango a los catadores en cada atributo. Para cada catador, la suma de sus rangos permite establecer un orden entre catadores según la contribución a la suma de cuadrados de la interacción. En los últimos puestos de este orden se sitúan aquellos catadores que hacen disminuir la consistencia del equipo pues son los que más contribuyen a la suma de cuadrados de la interacción. Para detectar si las diferencias son estadísticamente significativas se emplea la prueba de Friedman.

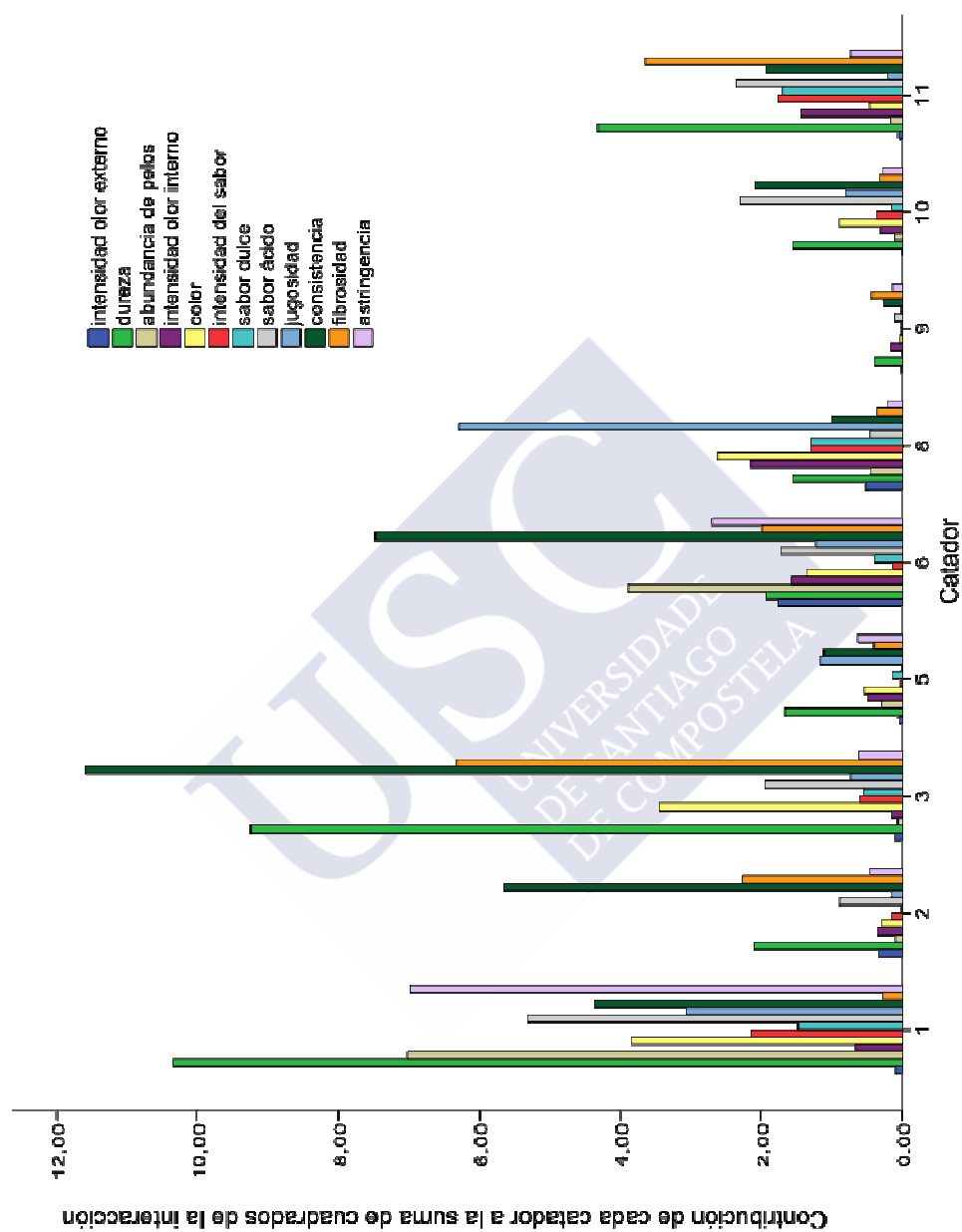


Figura IV.1.2. Contribución de cada catador a la SSI (suma de cuadrados de la interacción catador x sesión)

La tabla IV.1.7 muestra la matriz de 12 filas (atributos) y 9 columnas (catadores) que se obtiene al asignar a cada catador, dentro de cada atributo, el correspondiente orden o rango.

Tabla IV.1.7. Asignación de rangos a los catadores dentro de cada atributo según su contribución a la suma de cuadrados de la interacción

	Catadores								
	1	2	3	5	6	8	9	10	11
Intensidad del olor externo	5	7	6	3.5	9	8	2	1	3.5
Dureza	9	6	8	4	5	2.5	1	2.5	7
Abundancia de pelos	9	3	2	6	8	7	1	4	5
Intensidad del olor interno	6	4	1	5	8	9	2	3	7
Color de la pulpa	9	2	8	4	6	7	1	5	3
Intensidad del flavor	9	4	6	2	3	7	1	5	8
Sabor dulce	8	1.5	6	3	5	7	1.5	4	9
Sabor ácido	9	4	6	1	5	3	2	7	8
Jugosidad	8	2	4	6	7	9	1	5	3
Consistencia	6	7	9	3	8	2	1	5	4
Fibrosidad	1	7	9	4	6	3	5	2	8
Astringencia	9	4	5	6	8	2	1	3	7
Suma de rangos	88	51.5	70	47.5	78	66.5	19.5	46.5	72.5

En la tabla IV.1.8 se presentan los datos de los catadores ordenados de menor a mayor contribución a la suma de cuadrados de la interacción.

Claramente, se observa que el catador 9 es el más consistente en sus juicios, pues tiene la suma de rangos más pequeña (tabla IV.1.8). La figura IV.1.2 muestra para este catador, valores muy bajos en la contribución a la interacción.

El catador 1 es en este caso, el que proporciona la mayor contribución a la suma de cuadrados de la interacción (tabla IV.1.8) ya que presenta el máximo de las contribuciones en 5 atributos: dureza, abundancia de pelos, color de la pulpa, intensidad del flavor, sabor ácido y astringencia (figura IV.1.2).

Según la expresión del test LDS de Fisher modificado para pruebas no paramétricas (Meilgaard y col., 1999) hay diferencias significativas entre catadores cuando la suma de sus rangos difiere en más de 26.3. Esto implica que no hay diferencias significativas entre el grupo de catadores 10, 5, 2, 8, 3, y 11. El resultado sugiere que para mejorar la consistencia del grupo a

lo largo de las sesiones, será conveniente corregir el comportamiento entre sesiones de los catadores 6 y 1.

Tabla IV.1.8. Asignación de un orden creciente a los catadores según su contribución a la suma de cuadrados de la interacción

	Catadores ordenados								
	9	10	5	2	8	3	11	6	1
<u>Suma de rangos</u> ^(a)	19.5	46.5	47.5	51.5	66.5	70	72.5	78	88

(a) Mínima diferencia significativa entre dos sumas de rangos: 26.3 (p=0.05)

Uso de la escala

El diferente uso que hacen los catadores de la escala de medida puede ocasionar diferencias significativas entre catadores (Lea y col., 1997 y Carbonell y col., 2002). En las figuras IV.1.3, IV.1.4 y IV.1.5 se muestra como usan los catadores la escala en la evaluación de cada uno de los descriptores. Se aprecia que en algunos descriptores (abundancia de pelos, consistencia, fibrosidad, etc.) hay diferencias importantes en el uso de la escala ya que algunos catadores emplean una pequeña parte de la misma y otros, valorando el mismo atributo, utilizan un rango de valores más amplio.

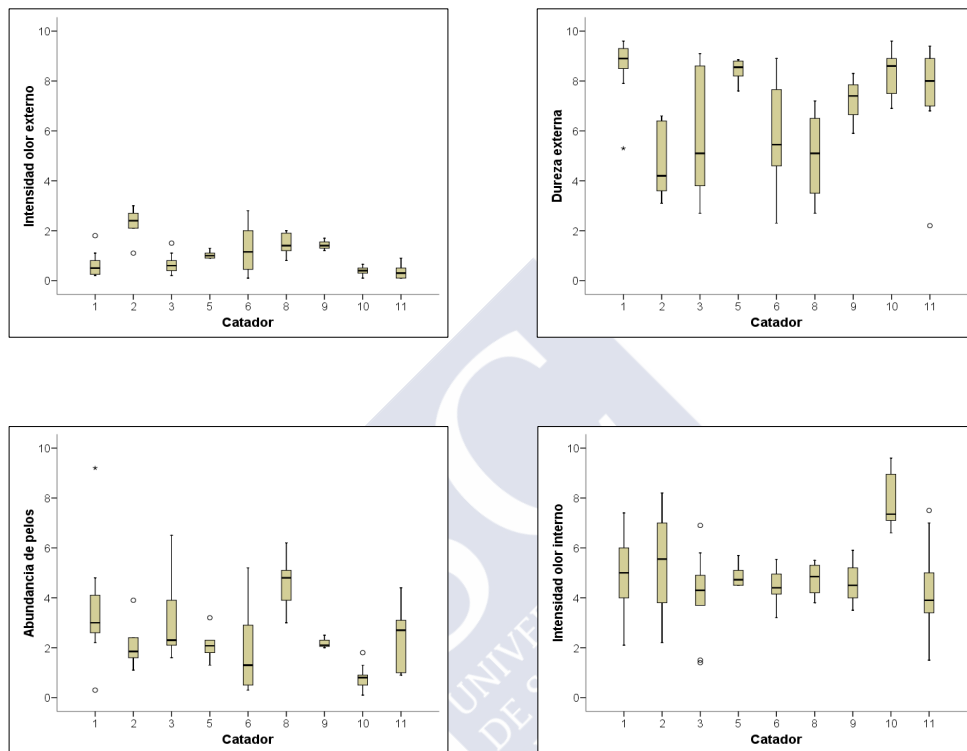


Figura IV.1.3. Gráficos de cajas de las valoraciones asignadas por los catadores en los atributos intensidad del olor externo, dureza, abundancias de pelos e intensidad del olor interno

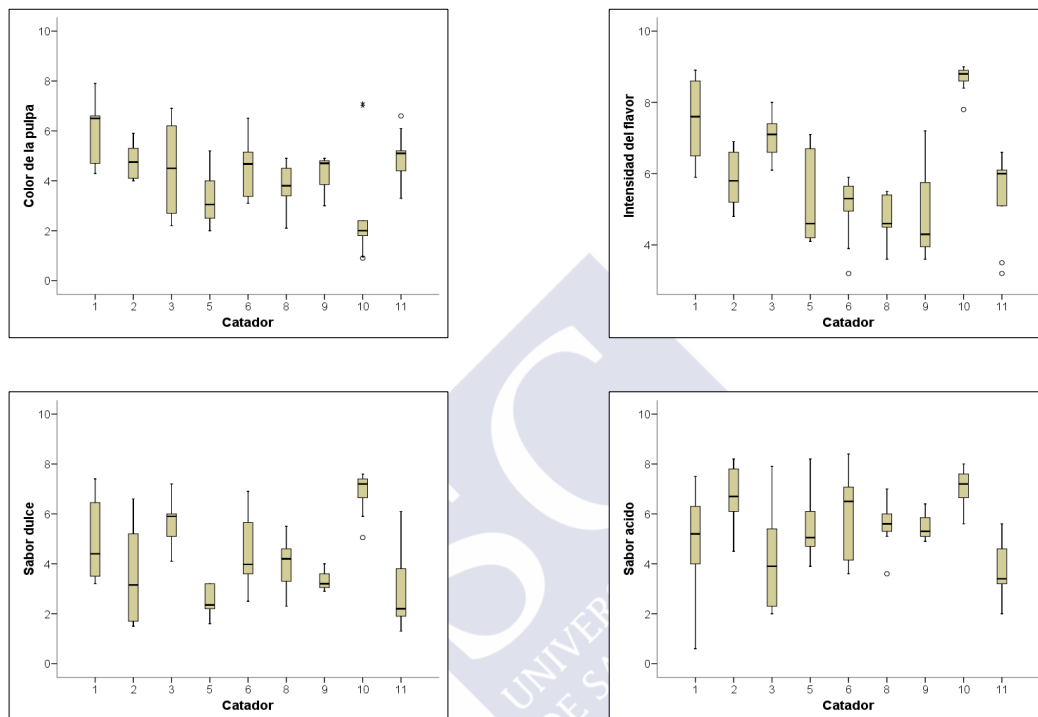


Figura IV.1.4. Gráficos de cajas de las valoraciones asignadas por los catadores en los atributos color de la pulpa, intensidad del flavor, sabor dulce y sabor ácido

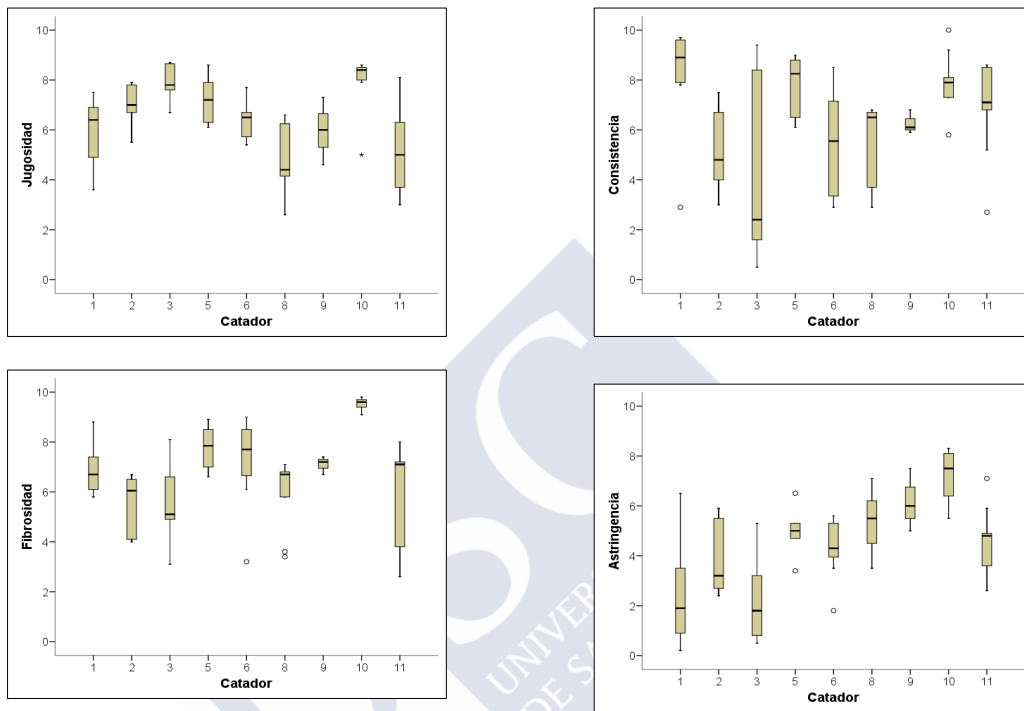


Figura IV.1.5. Gráficos de cajas de las valoraciones asignadas por los catadores en los atributos jugosidad, consistencia, fibrosidad y astringencia

Para valorar globalmente todos los atributos se establece un orden entre catadores atendiendo al uso que hacen de la escala, con un procedimiento análogo al empleado para la suma de cuadrados SSI (Carbonell y col., 2006).

Inicialmente, se calcula para cada catador y cada atributo la diferencia entre la puntuación máxima y mínima. A partir de las diferencias se establece un orden o rango para cada catador en cada atributo (tabla IV.1.9).

La suma de los rangos permite asignar un orden a los catadores (tabla IV.1.10) comprobando que el catador 9 es el que emplea un rango más pequeño de la escala, aunque sin diferencias significativas entre los catadores 5, 10 y 8 (tabla IV.1.10). Por otra parte, el catador 1 es el que emplea un rango más amplio de la escala y no presenta diferencias significativas con los catadores 2, 3, 6 y 11. Para que el grupo sea más homogéneo se entrena a los catadores que tienen un comportamiento más pobre en el uso de la escala hasta que se consigue aumentar el rango de utilización de la misma (Carbonell y col., 2006).

Tabla IV.1.9. Asignación de rangos a los catadores dentro de cada atributo en función del valor de la diferencia entre la puntuación máxima y mínima

	Catadores								
	1	2	3	5	6	8	9	10	11
Intensidad del olor externo	7.0	8.0	6.0	1.0	9.0	5.0	2.0	3.0	4.0
Dureza	5.0	4.0	7.0	1.0	8.0	6.0	2.0	3.0	9.0
Abundancia de pelos	9.0	4.0	7.5	3.0	7.5	5.0	1.0	2.0	6.0
Intensidad del olor interno	6.0	8.5	7.0	1.0	3.0	2.0	4.0	5.0	8.5
Color de la pulpa	7.0	1.5	8.0	4.0	6.0	3.0	1.5	9.0	5.0
Intensidad del flavor	6.5	4.0	2.5	6.5	5.0	2.5	9.0	1.0	8.0
Sabor dulce	6.0	9.0	4.0	2.0	7.0	5.0	1.0	3.0	8.0
Sabor ácido	9.0	5.0	8.0	6.0	7.0	3.0	1.0	2.0	4.0
Jugosidad	7.0	3.0	1.0	4.0	2.0	8.0	5.0	6.0	9.0
Consistencia	8.0	5.0	9.0	2.0	6.0	3.0	1.0	4.0	7.0
Fibrosidad	5.0	4.0	7.0	3.0	9.0	6.0	1.5	1.5	8.0
Astringencia	9.0	4.0	8.0	3.0	6.0	5.0	1.0	2.0	7.0
Suma de rangos	84.5	60.0	75.0	36.5	75.5	53.5	30.0	41.5	83.5

Tabla IV.1.10. Asignación de un orden a los catadores en función del valor de la diferencia entre la puntuación máxima y mínima

	Catadores ordenados								
	9	5	10	8	2	3	6	11	1
Suma de rangos ^(a)	30.0	36.5	41.5	53.5	60.0	75.0	75.5	83.5	84.5

^(a) Mínima diferencia significativa entre dos sumas de rangos: 26.3 (p=0.05)

Precisión de los catadores

Otro aspecto importante en la valoración de la eficacia del panel de cata es la precisión en las puntuaciones cuando se hacen réplicas en la misma sesión (Wolters y Allchurch, 1994; Carbonell y col., 2006).

La precisión relativa de cada catador en la evaluación de cada atributo es estimada mediante la contribución de cada catador a la suma de cuadrados residual (SSR) del análisis de la varianza (Carbonell y col., 2006).

Los valores de las contribuciones se presentan en la figura IV.1.6.

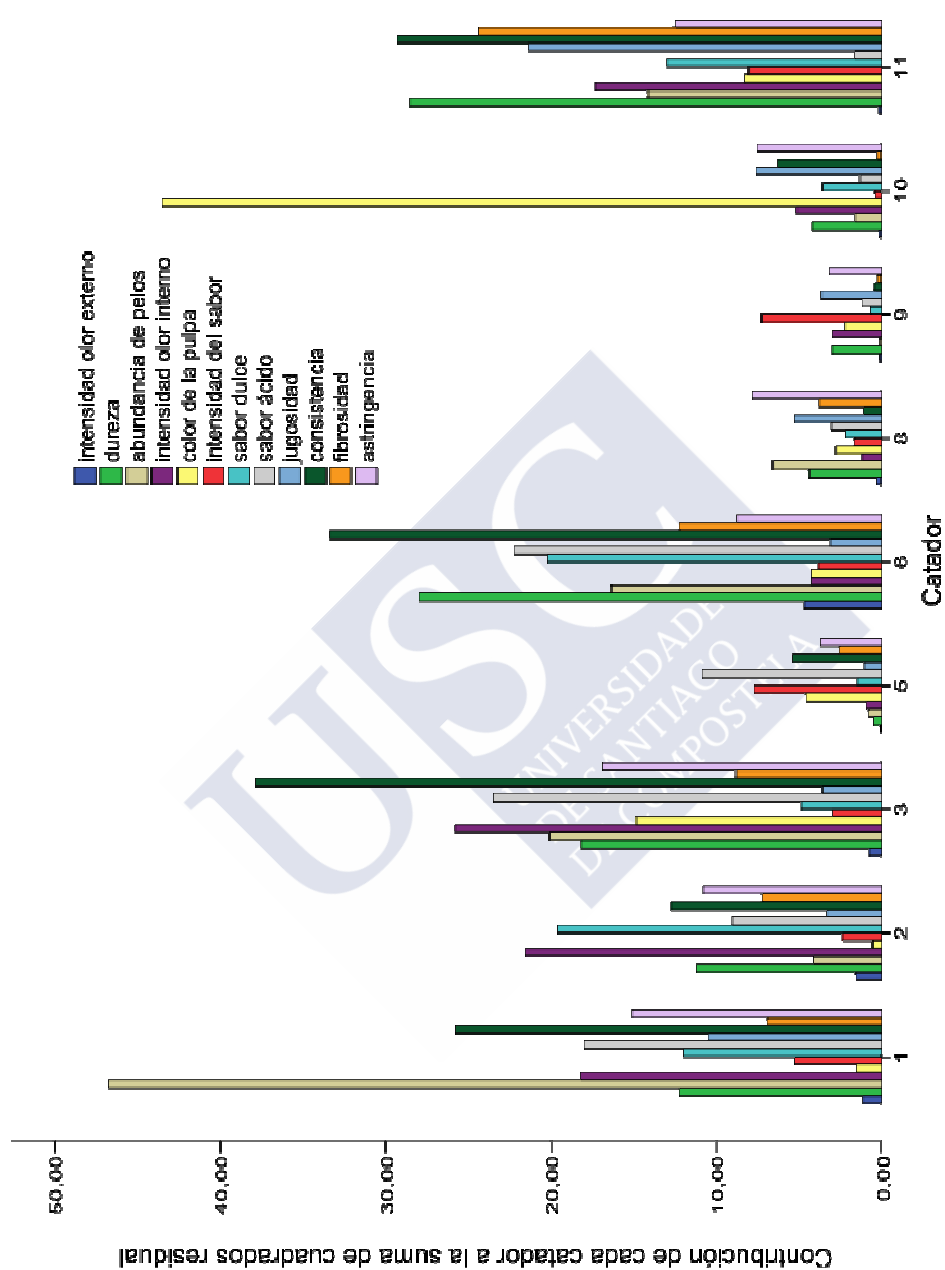


Figura IV.1.6. Contribución de cada catador a la SSR (suma de cuadrados residual)

En cada atributo, tras calcular la suma de rangos de cada catador se establece un orden entre jueces (tabla IV.1.11). Con la correspondiente asignación de rangos se ordena a los catadores de forma creciente según su contribución a esta suma de cuadrados (tabla IV.1.12). Los catadores con menor precisión se sitúan en los últimos puestos de este orden.

Tabla IV.1.11. Asignación de rangos a los catadores dentro de cada atributo según su contribución a la suma de cuadrados residual

	Catadores								
	1	2	3	5	6	8	9	10	11
Intensidad del olor externo	7	8	6	1	9	5	2	3	4
Dureza	6	5	7	1	8	4	2	3	9
Abundancia de pelos	9	4	8	2	7	5	1	3	6
Intensidad del olor interno	7	8	9	1	4	2	3	5	6
Color de la pulpa	2	1	8	6	5	4	3	9	7
Intensidad del flavor	6	2	4	9	5	3	7	1	8
Sabor dulce	6	8	5	2	9	4	1	3	7
Sabor ácido	7	5	9	6	8	4	1	2	3
Jugosidad	8	3	4	1	2	7	5	6	9
Consistencia	6	5	9	4	8	2	1	3	7
Fibrosidad	5	6	7	3	8	4	1	2	9
Astringencia	8	6	9	2	4	5	1	3	7
Suma de rangos	77	61	85	38	77	49	28	43	82

Tabla IV.1.12. Asignación de un orden a los catadores según su contribución a la suma de cuadrados residual

	Catadores ordenados								
	9	5	10	8	2	6	1	11	3
Suma de rangos ^(a)	28	38	43	49	61	77	77	82	85

^(a) Mínima diferencia significativa entre dos sumas de rangos: 26.3 (p=0.05)

Según se recoge en la tabla IV.1.12, la suma de rangos crece lentamente desde el catador 9 hasta el 8. Lo mismo ocurre desde el catador 2 hasta el 3. De acuerdo a esto, los catadores se dividen en dos grupos, uno constituido por el que menos contribuye a la suma de cuadrados SSR y, por tanto, constituye el grupo más preciso (9, 5, 10 y 8), y el otro con el grupo

que más contribuye a la suma de cuadrados SSR (2, 6, 1, 11 y 3). Los grupos de catadores en este análisis de la precisión coinciden con los grupos formados en el estudio del uso de la escala. Los catadores que presentan mayor precisión se corresponden con los que hacen un pobre uso de la escala. Ambos aspectos están relacionados (Carbonell y col., 2006) y el entrenamiento de estos catadores para incrementar el uso de la escala debe hacerse sin incrementar su contribución a la suma de cuadrados residual. Analizando los diferentes aspectos de la eficacia del panel se intenta corregir a aquellos catadores que difieren en sus juicios respecto al equipo.

A continuación, se muestra una tabla resumen en la que figuran los catadores y los aspectos valorados para el control de la eficacia. Aquellos catadores marcados con una X son corregidos para mejorar así el panel de cata (tabla IV.1.13). Tras este procedimiento se dispone de un panel altamente cualificado para elaborar el perfil sensorial del kiwi.

Tabla IV.1.13. Resumen de los resultados del control de la eficacia

	Catadores									
	1	2	3	5	6	8	9	10	11	
Concordancia										
Consistencia	●				●					
Uso de la escala				●		●	●	●		
Precisión	●	●	●		●				●	

● : catadores corregidos para mejorar el panel de cata

4.2. Caracterización sensorial de los kiwis producidos por tres sistemas de cultivo a lo largo del tiempo de almacenamiento

Para realizar este estudio se utilizan las muestras descritas en el apartado III. Se realizan 6 muestreos en la campaña 07-08 y 3 muestreos en la campaña 08-09.

Los valores medios y desviaciones estándar obtenidos para cada uno de los atributos sensoriales analizados en los kiwis procedentes de cada sistema de cultivo convencional (C), integrado (I) y ecológico (E) medidos a lo largo del tiempo de almacenamiento durante las dos campañas de recolección (07-08 y 08-09) se recogen en las tablas IV.1.14 - IV.1.17.



Tabla IV.1.14. Datos (media \pm desviación estándar) de los atributos sensoriales evaluados con escala no estructurada. Campaña 07-08

Muestreo	Origen	Olor Externo	Dureza	Abund. Pelos	Olor interno	Color pulpa	Flavor	Sabor dulce	Sabor ácido	Jugosidad	Consistencia	Fibrosidad	Astringencia
1	C	1.3 \pm 1.2	3.6 \pm 1.7	4.9 \pm 0.9	4.3 \pm 0.9	3.9 \pm 1.8	6.4 \pm 0.9	4.7 \pm 1.8	4.7 \pm 1.8	5.6 \pm 2.1	3.6 \pm 1.1	5.5 \pm 1.8	3.6 \pm 1.3
	I	1.1 \pm 1.0	5.4 \pm 1.6	4.9 \pm 1.1	4.6 \pm 2.7	6.3 \pm 1.8	6.5 \pm 2.6	5.5 \pm 2.0	4.5 \pm 2.5	6.2 \pm 1.4	4.4 \pm 1.3	5.7 \pm 1.8	4.1 \pm 2.6
	E	0.9 \pm 1.0	6.6 \pm 1.8	6.2 \pm 0.4	4.6 \pm 2.5	6.1 \pm 0.9	6.7 \pm 1.8	4.5 \pm 1.8	5.9 \pm 1.7	6.2 \pm 2.0	5.4 \pm 2.4	6.7 \pm 1.2	5.3 \pm 2.7
2	C	1.1 \pm 0.8	4.2 \pm 2.0	3.9 \pm 2.5	3.9 \pm 2.2	3.6 \pm 2.0	6.2 \pm 1.7	6.5 \pm 1.5	3.8 \pm 2.1	6.5 \pm 1.2	4.5 \pm 1.7	4.9 \pm 1.9	3.4 \pm 1.8
	I	1.1 \pm 0.7	4.2 \pm 1.6	3.4 \pm 2.2	4.3 \pm 1.9	4.5 \pm 2.6	5.2 \pm 1.9	6.1 \pm 1.1	4.2 \pm 1.9	7.1 \pm 1.0	3.6 \pm 2.1	4.9 \pm 1.4	3.9 \pm 1.9
	E	1.1 \pm 0.6	5.4 \pm 1.8	4.9 \pm 2.3	4.3 \pm 2.1	3.8 \pm 2.0	5.3 \pm 1.7	4.4 \pm 1.6	5.3 \pm 2.2	6.0 \pm 1.6	5.4 \pm 1.2	5.3 \pm 1.8	5.1 \pm 1.5
3	C	0.9 \pm 0.6	4.1 \pm 1.5	3.3 \pm 2.6	5.0 \pm 2.3	3.6 \pm 1.6	6.9 \pm 1.2	6.0 \pm 1.3	4.4 \pm 2.5	6.5 \pm 1.7	4.0 \pm 1.6	5.4 \pm 1.6	4.5 \pm 2.3
	I	1.2 \pm 0.9	4.7 \pm 1.4	3.5 \pm 2.1	4.7 \pm 1.9	3.8 \pm 2.1	5.9 \pm 1.6	5.4 \pm 1.8	4.2 \pm 2.2	6.5 \pm 1.9	3.6 \pm 1.3	6.5 \pm 1.6	4.7 \pm 2.1
	E	0.9 \pm 0.6	4.3 \pm 1.9	4.3 \pm 2.3	5.5 \pm 2.2	4.3 \pm 1.8	6.0 \pm 1.8	5.2 \pm 1.8	4.9 \pm 2.6	6.0 \pm 2.0	3.9 \pm 1.4	5.6 \pm 2.3	4.7 \pm 2.1
4	C	1.5 \pm 1.6	3.9 \pm 1.8	1.6 \pm 1.0	5.5 \pm 2.0	3.6 \pm 1.2	6.7 \pm 1.4	3.0 \pm 1.8	3.4 \pm 1.5	5.3 \pm 2.4	3.9 \pm 2.3	5.3 \pm 2.4	3.9 \pm 2.3
	I	1.6 \pm 2.5	5.7 \pm 1.3	3.1 \pm 1.4	4.6 \pm 2.0	3.8 \pm 2.2	5.4 \pm 2.3	4.8 \pm 1.7	4.5 \pm 1.6	6.8 \pm 1.8	4.6 \pm 1.4	5.5 \pm 1.5	4.9 \pm 1.4
	E	0.6 \pm 0.4	7.3 \pm 1.5	3.2 \pm 2.1	5.7 \pm 1.5	5.8 \pm 0.8	5.4 \pm 2.2	3.7 \pm 1.5	5.3 \pm 2.4	6.1 \pm 2.2	5.9 \pm 1.4	7.0 \pm 1.8	5.5 \pm 2.9
5	C	0.4 \pm 0.3	2.4 \pm 1.2	3.3 \pm 3.1	4.4 \pm 1.1	3.0 \pm 1.7	5.9 \pm 2.3	6.8 \pm 0.9	2.9 \pm 2.0	6.1 \pm 2.7	2.3 \pm 1.9	3.4 \pm 2.3	2.0 \pm 1.2
	I	0.8 \pm 0.8	5.9 \pm 0.6	2.4 \pm 1.6	6.0 \pm 2.8	3.1 \pm 2.0	7.2 \pm 1.6	6.0 \pm 1.3	4.4 \pm 1.6	6.7 \pm 1.7	4.1 \pm 1.5	6.3 \pm 0.9	4.4 \pm 2.2
	E	0.5 \pm 0.4	5.4 \pm 2.6	3.1 \pm 1.9	6.4 \pm 2.3	3.1 \pm 2.2	7.0 \pm 1.5	5.7 \pm 1.3	5.1 \pm 1.3	6.8 \pm 1.7	4.3 \pm 1.6	5.8 \pm 2.4	3.5 \pm 1.6
6	C	1.0 \pm 1.1	1.8 \pm 0.6	1.5 \pm 0.9	6.4 \pm 1.5	3.5 \pm 1.4	6.3 \pm 1.7	6.8 \pm 1.3	2.6 \pm 1.2	7.1 \pm 2.5	0.7 \pm 0.3	3.0 \pm 1.7	1.8 \pm 0.5
	I	0.8 \pm 0.8	2.8 \pm 1.9	2.3 \pm 1.5	5.0 \pm 2.6	3.4 \pm 1.9	7.1 \pm 1.5	6.5 \pm 1.5	4.7 \pm 2.6	6.8 \pm 1.8	2.4 \pm 1.1	3.7 \pm 1.8	3.4 \pm 0.6
	E	0.7 \pm 0.7	4.6 \pm 2.4	3.0 \pm 1.8	5.5 \pm 1.1	3.6 \pm 1.7	6.6 \pm 1.3	4.2 \pm 2.2	6.0 \pm 3.0	5.9 \pm 1.6	4.5 \pm 2.7	5.3 \pm 0.6	4.1 \pm 1.2

Tabla IV.1.15. Datos (% de presencia) de los atributos sensoriales evaluados con escala estructurada. Campaña 07-08

Muestreo	Origen	Deformidades externas	Forma externa	Uniformid color ext	Resos vegetales	Manchas externas	Fiadura externa	Golpes, mazadura	Olores internos extraños	Golpes internos	Cantidad semilla
1	C	0.0	83.3	60.0	66.7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0
	I	16.7	83.3	83.3	66.7	0.0	0.0	16.7	0.0	33.3	66.7
	E	28.2	100	28.6	85.7	57.1	0.0	14.3	0.0	14.3	
2	C	14.3	85.7	66.7	80.0	14.3	0.0	14.3	0.0	0.0	42.9
	I	0.0	85.7	71.4	50.0	14.3	14.3	14.3	0.0	0.0	57.1
	E	35.7	100	87.5	62.5	12.5	0.0	12.5	14.3	12.5	
3	C	14.3	57.1	100	33.3	14.3	0.0	14.3	0.0	0.0	85.7
	I	25.0	100	75.0	62.5	37.5	25.0	25.0	0.0	12.5	12.5
	E	0.0	100	66.7	33.3	16.7	16.7	16.7	0	16.7	62.5
4	C	0.0	66.7	100	60.0	33.3	16.7	0.0	16.7	0.0	16.7
	I	0.0	100	50.0	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3
	E	0.0	100	83.3	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	66.7
5	C	0.0	75.0	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0
	I	0.0	100	75.0	66.7	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0
	E	0.0	75.0	100	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0
6	C	0.0	75.0	100	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	100
	I	0.0	100	75.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100
	E	0.0	100	75.0	50.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	50.0

Tabla IV.1.16. Datos (media \pm desviación estándar) de los atributos sensoriales con escala no estructurada. Campaña 08-09

Muestra	Origen	Olor externo	Dureza	Abundancia pelos	Olor interno	Color pulpa	Flavor	Sabor dulce	Sabor ácido	Jugosidad	Consistencia	Fibrosidad	Astringencia
1	C	1.9 \pm 1.6	4.5 \pm 1.6	6.1 \pm 1.4	5.6 \pm 2.1	3.1 \pm 1.3	6.1 \pm 1.1	4.2 \pm 2.6	4.1 \pm 1.1	6.6 \pm 2.2	4.0 \pm 2.0	4.5 \pm 1.2	3.6 \pm 2.1
	I	1.6 \pm 0.9	2.5 \pm 1.2	4.3 \pm 2.7	4.1 \pm 1.0	4.4 \pm 2.2	4.7 \pm 0.9	5.3 \pm 1.9	6.1 \pm 2.0	6.1 \pm 2.0	2.1 \pm 1.2	2.6 \pm 1.5	2.2 \pm 1.7
	E	1.7 \pm 1.3	5.4 \pm 1.4	4.9 \pm 1.7	5.2 \pm 1.3	5.7 \pm 1.8	5.1 \pm 2.4	4.2 \pm 2.2	5.6 \pm 2.3	5.8 \pm 2.1	5.3 \pm 1.2	5.8 \pm 1.9	4.1 \pm 2.2
2	C	1.8 \pm 1.1	3.1 \pm 1.5	3.4 \pm 2.5	3.4 \pm 2.5	5.4 \pm 2.1	3.8 \pm 1.7	5.2 \pm 2.1	4.7 \pm 1.6	3.7 \pm 2.2	2.7 \pm 1.1	3.6 \pm 1.5	2.8 \pm 1.0
	I	1.9 \pm 1.6	2.5 \pm 1.4	4.3 \pm 2.4	6.2 \pm 1.4	4.0 \pm 1.7	5.4 \pm 1.8	4.5 \pm 1.8	3.7 \pm 2.4	6.7 \pm 1.7	2.5 \pm 1.4	2.6 \pm 1.2	2.4 \pm 0.8
	E	2.6 \pm 2.1	3.6 \pm 1.9	3.9 \pm 2.3	5.7 \pm 0.9	4.7 \pm 1.9	5.3 \pm 1.6	4.4 \pm 1.9	4.1 \pm 2.3	6.6 \pm 1.6	3.2 \pm 2.1	4.1 \pm 2.6	3.1 \pm 1.4
3	C	1.2 \pm 0.4	3.3 \pm 2.1	4.2 \pm 2.6	4.6 \pm 1.7	2.1 \pm 0.8	6.0 \pm 1.8	6.0 \pm 1.4	3.0 \pm 1.9	6.2 \pm 1.6	2.6 \pm 1.9	4.5 \pm 2.4	3.0 \pm 2.3
	I	1.2 \pm 1.1	1.7 \pm 1.1	2.9 \pm 2.1	4.8 \pm 1.4	2.5 \pm 1.0	5.5 \pm 1.6	5.7 \pm 1.6	3.6 \pm 1.7	6.6 \pm 1.9	1.4 \pm 1.0	3.3 \pm 2.1	2.6 \pm 1.5
	E	1.5 \pm 1.8	2.8 \pm 1.3	4.1 \pm 2.3	5.8 \pm 1.3	3.0 \pm 1.5	5.7 \pm 1.8	5.3 \pm 2.1	3.2 \pm 1.7	6.5 \pm 1.9	2.3 \pm 1.4	4.8 \pm 2.3	3.1 \pm 1.2

Tabla IV.1.17. Datos (% de presencia) de los atributos sensoriales evaluados con escala estructurada con escala estructurada. Campaña 08-09

Muestreo	Origen	Deformidades externas	Forma externa	Uniforma color ext	Restos vegetales	Manchas externas	Picadura externa	Golpes, mazadura	Olores internos extraños	Golpes internos	Cantidad semilla
1	C	100	71.4	0.0	0.0	14.3	0.0	85.7	14.3	14.3	57.1
	I	71.4	42.9	0.0	0.0	14.3	0.0	100	0.0	14.3	28.6
	E	100	57.1	28.6	0.0	14.3	14.3	56.1	0.0	0.0	71.4
2	C	62.5	62.5	12.5	0.0	25.0	12.5	87.5	0.0	12.5	87.5
	I	75.0	75.0	0.0	12.5	0.0	0.0	100	0.0	37.5	100
	E	75.0	62.5	12.5	0.0	12.5	0.0	75	0.0	12.5	87.5
3	C	50.0	75	0.0	0.0	37.5	25	100	12.5	37.5	100
	I	37.5	50.0	0.0	0.0	25.0	0.0	87.5	0.0	37.5	62.5
	E	100	37.5	25.0	0.0	12.5	12.5	62.5	0.0	12.5	87.5

Respecto a los atributos medidos con escala no estructurada de 10 cm, los valores medios del olor externo se sitúan entre 0.4 y 2.6, de la dureza entre 1.7 y 7.3, de la abundancia de pelos entre 1.5 y 6.2, del olor interno entre 3.4 y 6.4, del color de la pulpa entre 2.1 y 6.3, de la jugosidad entre 3.7 y 7.2, de la consistencia entre 0.7 y 5.9, de la fibrosidad entre 2.6 y 7.0 y del flavor entre 3.8 y 6.9. Fisk y col. (2006) obtienen valores superiores en flavor, del orden de 7.7 y 9.0 en una escala de 10 cm de intensidad en kiwi fresco almacenado en diferentes condiciones y con diferentes concentraciones de sólidos solubles.

El sabor dulce se sitúa entre 3.0 y 6.8, el sabor ácido entre 2.6 y 6.1 y la astringencia entre valores de 1.8 y 5.5. Autores como Fisk y col. (2006) encuentran valores muy similares.

Los atributos deformidades externas, restos vegetales en receptáculo, manchas externas, picaduras externas, golpes y mazaduras, olores internos extraños y golpes internos se valoran con presencia/ausencia. Los resultados se analizan en forma de % de presencia. Así, la presencia de deformidades externas y golpes y mazaduras se presentan en un rango entre 0 y 100%, la presencia de restos vegetales en receptáculo entre 0 y 85.7%, la presencia de manchas externas entre 0 y 25%, la presencia de picaduras externas entre 0 y 25% y la presencia de golpes internos entre 0 y 75%.

En cuanto a la forma externa de los kiwis, evaluada igualmente con escalas de 2 puntos (alargada/achatada), se observa que entre el 37.5 y 100% de los kiwis predomina la forma achatada.

La uniformidad del color externo es evaluada por los catadores con escalas de 2 puntos (si/no). Los kiwis presentan color externo uniforme en todo el rango de posibilidad. La cantidad de semillas, con dos posibilidades de respuesta (1/2 filas), presenta en su mayoría 1 fila de semillas (entre 12.5 y 100%).

4.3. Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las características sensoriales del kiwi

Con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento en cámara, sobre las características sensoriales del kiwi en la campaña 07-08, se realizan 6 muestreos para cada tipo de kiwi (convencional, integrado y ecológico) entre los meses de enero y junio.

En la tabla IV.1.18 se muestran los resultados obtenidos del análisis de la varianza (tiempo y cultivo) con interacción para los atributos sensoriales medidos con escala no estructurada de 10 cm.

Tabla IV.1.18. Resultados del ANOVA de 2 factores (tiempo y cultivo) con interacción

	p-valor (tiempo)	p-valor (cultivo)	p-valor (t x c)
Intensidad olor externo	ns	ns	ns
Dureza	***	***	ns
Abundancia de pelos	***	ns	ns
Intensidad olor interno	ns	ns	ns
Color de la pulpa	**	ns	ns
Intensidad de flavor	ns	ns	ns
Sabor dulce	ns	***	ns
Sabor ácido	ns	**	ns
Jugosidad	ns	ns	ns
Consistencia	**	***	ns
Fibrosidad	*	*	ns
Astringencia	ns	*	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

El efecto de la interacción no es significativo (tabla IV.1.18), por lo que se puede asumir que las diferencias entre cultivos son independientes del periodo de muestreo en el que se evalúan.

El estudio del efecto del factor tiempo revela la influencia significativa sobre los atributos de dureza, abundancia de pelos, color de la pulpa, consistencia y fibrosidad, atributos relacionados con cambios a nivel de textura y de color. Sin embargo, el tiempo no influye en las características sensoriales medidas a nivel gustativo, es decir, en el sabor dulce, sabor ácido, astringencia e intensidad de flavor. Autores como Wang y col. (2011) indican que los cambios producidos a nivel de flavor se dan en periodos muy cortos del proceso de maduración. Así

mismo, autores como Paterson y col. (1991) observan el mismo comportamiento en otras frutas, relacionando los cambios producidos en el flavor con incrementos en la producción de etileno.

En cuanto a la dureza, consistencia, fibrosidad, abundancia de pelos y la intensidad del color de la pulpa sufren una disminución desde el primer muestreo hasta el último. Se observa, por tanto, que la evolución en el tiempo está relacionada con cambios a nivel visual y, sobre todo, a nivel de textura. Autores como Wang y col. (2011), que estudian las características sensoriales y aromáticas del kiwi durante el periodo de maduración, observan que el panel de catadores identifica el estado de madurez del fruto en base a la textura, el olor y el sabor.

En el caso de los atributos evaluados con escalas de dos puntos, para determinar si hay influencia del tiempo de almacenamiento, se aplica la prueba Q de Cochran para cada uno de los muestreos (tabla IV.1.19).

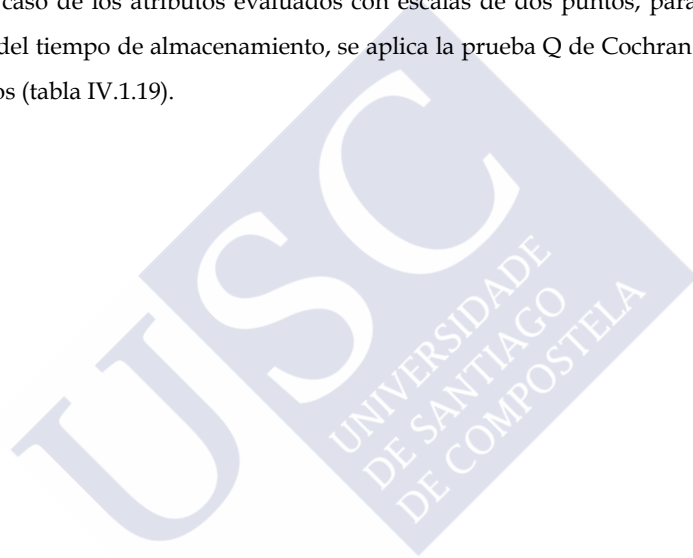


Tabla IV.1.19. Q Cochran para la comparación de cultivos en cada uno de los tiempos de muestreo

	Q COCHRAN					
	Evolución a lo largo del tiempo de almacenamiento					
	1	2	3	4	5	6
Deformidades externas	0.4	0.2	0.1			0.4
Restos de vegetales	0.6	0.4	0.4	0.9	0.2	0.4
Manchas externas	0.7	0.0	0.2	0.2	0.4	0.4
Picaduras externas	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Golpes y mazaduras externas	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Olor a verde	0.0*	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5
Olor a medicina	0.4	0.4	0.6	0.1	0.3	0.0**
Golpes internos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1	0.2
Olores internos extraños	0.4		0.4	0.4		
Uniformidad del color externo	0.6	0.0	0.5	0.1	0.4	0.2
Forma externa	0.4	0.8	0.7	0.1	0.8	0.4
Cantidad de semillas	0.3	0.0**		0.0***	0.1	0.0**

(*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$; Las casillas vacías indican que los tipos de cultivo son valorados por los catadores como "exactamente iguales"

Se puede observar (tabla IV.1.19) que apenas hay diferencias significativas entre muestras, salvo en el caso del olor a verde con diferencias en el primer muestreo, en el olor a medicina en el último muestreo y en la cantidad de semillas en el segundo, cuarto y sexto muestreo, lo cual indica que el tiempo de almacenamiento no es un factor determinante en las características evaluadas. Young y Paterson (1995) y Wan y col. (1999) argumentan que el kiwi, a lo largo del tiempo de almacenamiento, sufre una ligera disminución en el olor a verde. En base a estos resultados obtenidos en la campaña 08-09 se decide realizar únicamente tres muestreos.

4.4. Influencia del tipo de cultivo y de la campaña de producción sobre las características sensoriales del kiwi

Para evaluar el efecto de la campaña sobre las características de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo, se analizan los valores medios de tres meses consecutivos y correspondientes a las dos campañas (07-08 y 08-09). En la tabla IV.1.20 se muestran los resultados del análisis de la varianza de 2 factores (cultivo y campaña) con interacción para todas las variables medidas.

Tabla IV.1.20. Resultados del ANOVA de 2 factores (cultivo y campaña) con interacción

	p-valor (cultivo)	p-valor (campaña)	p-valor (c x c)
Intensidad olor externo	ns	**	ns
Dureza	*	***	***
Abundancia de pelos	ns	*	ns
Intensidad olor interno	ns	ns	ns
Color de la pulpa	**	ns	ns
Intensidad de flavor	ns	*	ns
Sabor dulce	ns	ns	ns
Sabor ácido	ns	ns	ns
Jugosidad	ns	ns	ns
Consistencia	*	***	ns
Fibrosidad	*	***	**
Astringencia	ns	***	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

El efecto de la interacción es significativo únicamente en la dureza y la fibrosidad. Por tanto, se asume que las diferencias entre cultivos son independientes de la campaña de muestreo en la que son analizados los kiwis.

Existen diferencias significativas, en cuanto al factor cultivo, entre los tres tipos de kiwis a nivel de dureza, color de la pulpa, consistencia y fibrosidad. Se procede, por tanto, a aplicar la prueba del test de Tukey ($p < 0.05$) (tabla IV.1.21) sobre estas variables para conocer en donde se sitúan las diferencias.

Tabla IV.1.21. Resultados de la media de dureza, color de la pulpa, consistencia y fibrosidad y prueba de Tukey para el factor cultivo

Cultivo	Dureza	Color de la pulpa	Consistencia	Fibrosidad
Convencional	3.6 a	3.2 a	3.2 ab	4.5 ab
Integrado	3.6 a	3.6 ab	2.9 a	4.3 a
Ecológico	4.6 b	4.5 b	4.0 b	5.4 b

¹ diferentes letras en la misma columna indican diferencias entre cultivos ($p < 0.05$)

Los kiwis del cultivo ecológico presentan mayor dureza que los procedentes de los cultivos convencional e integrado.

En cuanto al color de la pulpa, los kiwis del cultivo ecológico presentan valores superiores a los procedentes del cultivo integrado se sitúan en una posición intermedia y sin diferencias significativas respecto a los procedentes de los otros dos sistemas de cultivo (tabla IV.1.21). Por lo tanto, los resultados del panel de cata indican que el kiwi ecológico presenta color verde más oscuro que el kiwi convencional.

La consistencia y la fibrosidad del kiwi ecológico muestran diferencias significativas respecto al kiwi integrado siendo este kiwi el menos fibroso y consistente. Los kiwis procedentes del cultivo convencional se sitúan en una posición intermedia en ambos descriptores (tabla IV.1.21).

En la representación radial (figura IV.1.7) se puede observar, que aun siendo significativas las diferencias entre dichos descriptores, el perfil sensorial es similar en los 3 tipos de kiwi.

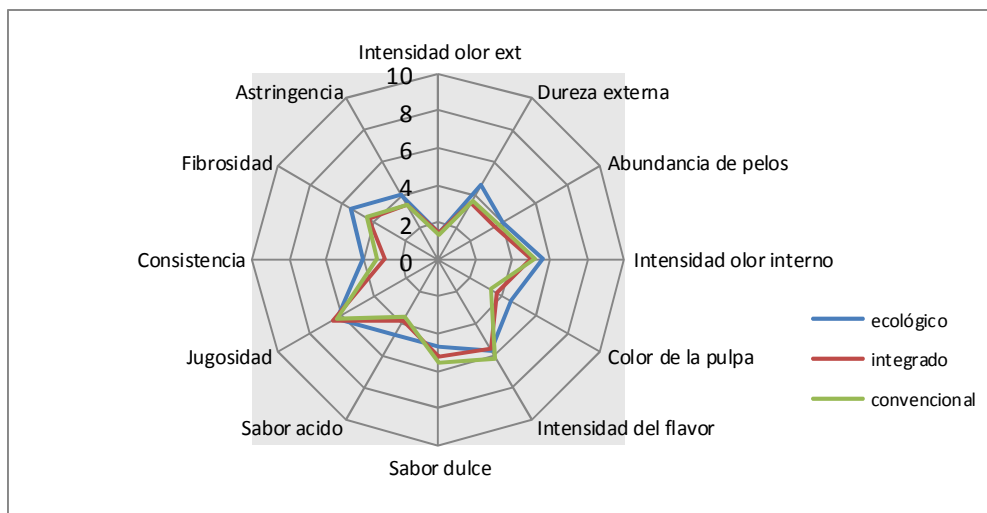


Figura IV.1.7. Perfil sensorial del kiwi obtenido por diferentes sistemas de cultivo (atributos con escalas no estructuradas)

En el caso del factor campaña no se han encontrado diferencias significativas en los parámetros de intensidad del olor interno, color de la pulpa, sabor dulce, sabor ácido y jugosidad. Las diferencias encontradas entre muestras, para los siete atributos restantes, pueden ser debidas a factores extrínsecos no controlables tales como las condiciones climáticas, especialmente durante el periodo de crecimiento y florecimiento de la planta y durante las fases de madurez de la fruta (Moretti y col., 2010).

En la tabla IV.1.22 se muestran los resultados de la valoración de los descriptores de escala estructurada considerando de forma conjunta todo el periodo de almacenamiento de las dos campañas de estudio. En todos los casos se observa ausencia de deformidades externas, manchas externas, picaduras externas, golpes y mazaduras externas, golpes internos y olores internos extraños. La presencia de restos de vegetales en receptáculo presenta valores próximos al 50% en los kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivo (tabla IV.1.22). El olor a verde en el kiwi ecológico se presenta con mayor frecuencia que en el resto de los cultivos, siendo los kiwis procedentes del cultivo convencional los que presentan menores porcentajes de "presencia". La mayor diferencia entre cultivos se observa a nivel del descriptor olor a medicina, donde el kiwi convencional tiene asignado el mayor porcentaje de muestras con esta característica (tabla IV.1.22). La presencia de dicho olor es considerada como una característica negativa apareciendo en los kiwis procedentes de los cultivos ecológico e integrado en un

menor porcentaje de muestras. El kiwi con color externo más uniforme es el convencional, siendo también el más achatado. En cuanto a la cantidad de semillas, en los tres tipos de kiwis, más del 50% de las muestras presentan una sola fila. En el kiwi ecológico se observa un mayor porcentaje de muestras con presencia de 2 filas de semillas.

Tabla IV.1.22. Resultados de porcentaje de “presencia” para los diferentes tipos de cultivo

	Convencional	Integrado	Ecológico
Deformidades externas	8.1	7.9	13.2
Restos vegetales en receptáculo	54.8	60.0	59.5
Manchas externas	16.2	18.4	15.8
Picaduras externas	2.7	10.5	5.3
Golpes y mazaduras externas	8.1	13.2	10.5
Olor a verde	29.7	39.5	71.1
Olor a medicina	25.7	10.5	8.6
Golpes internos	2.8	0.0	2.7
Olores internos extraños	13.9	10.8	10.5
Uniformidad del color externo ^(a)	88.6	27.0	73.7
Forma externa ^(b)	75.7	94.7	97.4
Cantidad de semillas ^(c)	64.9	76.3	55.3

^(a) Atributo evaluado con escala de valores: si/no

^(b) Atributo evaluado con escala de valores: alargado/achatado

^(c) Atributo evaluado con escala de valores: 1 fila/2 filas

Con los porcentajes de presencia de cada atributo evaluado con escalas estructuradas, se realiza una representación radial. En la figura IV.1.8 se recogen aquellos atributos cuya presencia se detecta en menos del 26% de las muestras. En la figura IV.1.9 se incluyen el resto de los atributos.

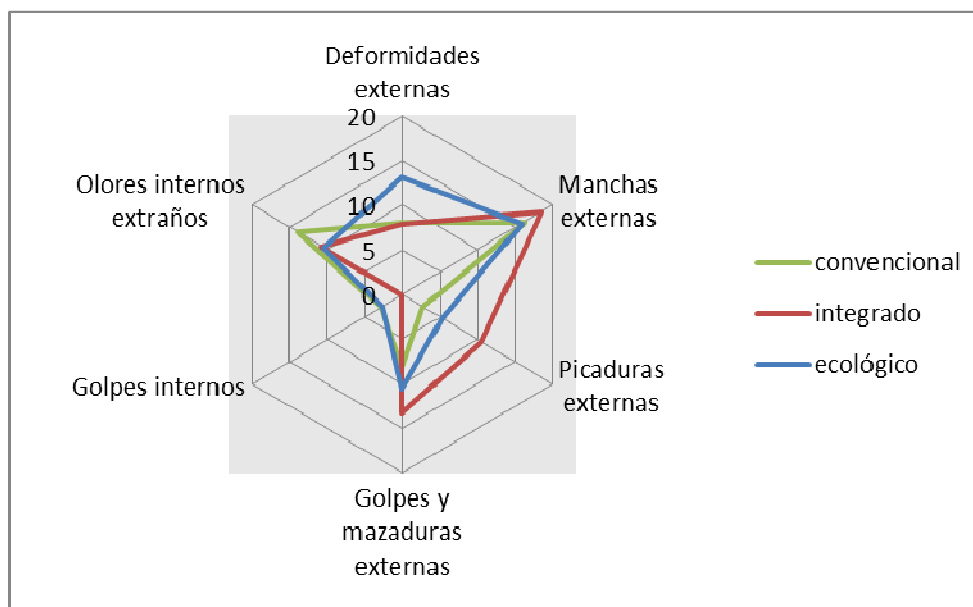


Figura IV.1.8. Perfil sensorial del kiwi obtenido por diferentes sistemas de cultivo (atributos con presencia en menos del 26% de las muestras)

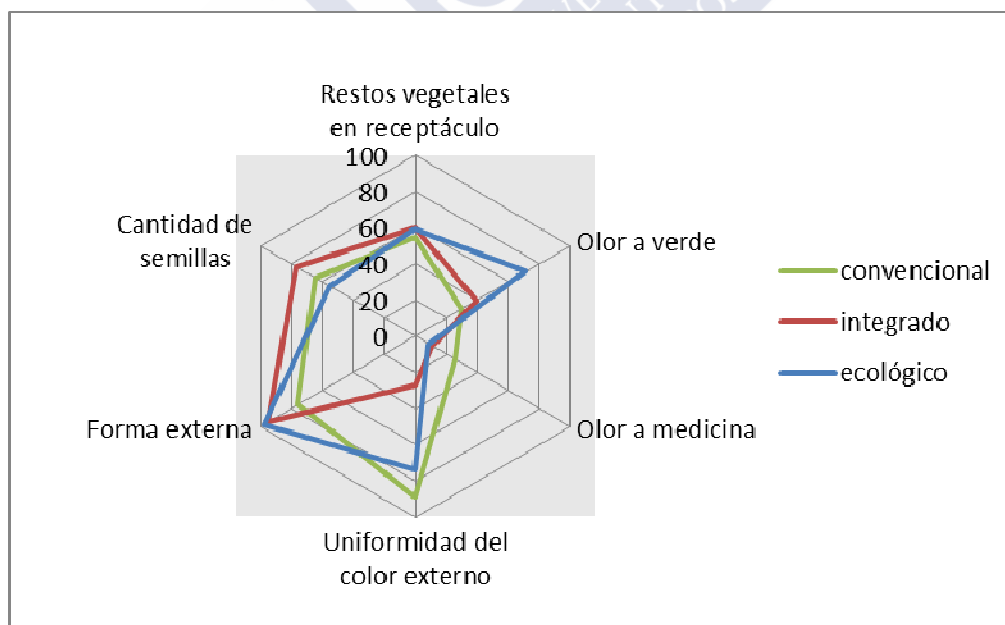


Figura IV.1.9. Perfil sensorial del kiwi obtenido por diferentes sistemas de cultivo (atributos con presencia en más del 26% de las muestras)

5. Conclusiones

Se comprueba la eficacia del panel de catadores utilizado en la evaluación sensorial del kiwi, al obtenerse valores adecuados de concordancia, consistencia, uso de la escala y precisión.

A lo largo del tiempo de almacenamiento en cámara, los kiwis procedentes de los diferentes sistemas de cultivo presentan cambios a nivel de textura (disminuciones en la dureza, consistencia y fibrosidad) y visual (disminución en la intensidad del color verde de la pulpa y la cantidad de pelos) pero no a nivel gustativo (sabor dulce, sabor ácido, astringencia e intensidad del flavor).

Apenas se observan diferencias sensoriales entre los kiwis procedentes de los diferentes sistemas de cultivo estudiados, no obstante, los kiwis ecológicos destacan ligeramente sobre los demás, por presentar valores superiores de dureza, consistencia, fibrosidad e intensidad del color verde de la pulpa.

Existen algunas diferencias en las características sensoriales entre los kiwis producidos en las diferentes campañas.

6. Bibliografía

- Carbonell I., Izquierdo L., Costell E. (2002).** Sensory profiling of cooked gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Sensory evaluation procedures and panel training. Food Science and Technology International, 8, 169-177.
- Carbonell L., Izquierdo L., Carbonell I. (2006).** Sensory analysis of Spanish mandarin juices. Selection of attributes and panel performance. Food Quality and Preference, 18, 329-341.
- Carlucci A. y Monteleone E. (2001).** Statistical validation of sensory data: a study of wine. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81, 751-758.
- Costell E., Damasio M.H., Izquierdo L. y Durán L. (1989).** Selección de un equipo de catadores para el análisis descriptivo de la textura no oral de geles de hidrocoloides. Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, 29, 375.
- Damasio M.N. y Costell E. (1991).** Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 31, 165-178.
- Dijksterhuis G. (1994).** Assessing panel consonance. Food Quality and Preference, 6, 7-14.
- Durán L. y Calvo C. (1982).** Calidad de alubias en conserva. I. Selección de los parámetros que definen su calidad sensorial. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 20, 1-12.

- Fisk C.L., McDaniel M.R., Strik B.C. y Zhao Y. (2006).** Phycochemical, sensory and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* `Ananasnya`) as affected by harvest maturity and storage. *Journal of Food Science*, 71, 204-210.
- Latreille J., Mauger E., Ambroisine L., Tenenhaus M., Vincent M., Navarro S. y Guinot C. (2006).** Measurement of the reliability of sensory panel performances. *Food Quality and Preference*, 17, 369-375.
- Lea P., Naes T. y Rodbotten M. (1997).** Analysis of Variance for Sensory Data. Editorial John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Martin Martin Q. (2007).** Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.
- McDonnell E., Hulin-Bertaud S., Sheenan E.M. y Delahunty C.M. (2001).** Development and learning process of a sensory vocabulary for the odor evaluation of selected distilled beverages using descriptive analysis. *Journal of Sensory Studies*, 16, 425-445.
- Meilgaard M., Civille G.V. y Carr B.T. (1999).** Sensory evaluation techniques. (3 nd.). Editorial CRC Press, Inc. Florida.
- Montouto M., Fernández-Fernández E., Vázquez-Odériz L. M.A. y Romero-Rodríguez M.A. (2002).** Development of a sensory profile for the specific denomination "Galician potato". *Food Quality and Preference*, 13, 99-106.
- Moretti C., Mattos L.M., Calbo A.G. y Sargent S.A. (2010).** Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetables crops: A review. *Food Research International*, 43, 1824-1832.
- Naes T. y Solheim R. (1991).** Detection and interpretation of variation within and between assessors in sensory profiling. *Journal of Sensory Studies*, 6, 159-177.
- Ness M., Ness M., Brennan M., Oughton E., Ritson C. y Ruto E. (2010).** Modelling consumer behavioural intentions towards food with implications for marketing quality low-input and organic food. *Food Quality and Preference*, 21, 100-111.
- Paterson V. J., Macrae E. A. y Young, H. (1991).** Relationships between sensory properties and chemical composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57, 235-251.
- Real Academia Española (2001).** Diccionario de la lengua española. Editorial Espasa, 22ªed., Madrid.

- Tomic O., Forde C., Delahunty C. y Næs T. (2013).** Performance indices in descriptive sensory analysis – a complimentary screening tool for assessor and panel performance. *Food Quality and Preference*, 28, 122-133.
- UNE 87008:1992 (1992).** Análisis sensorial de alimentos. Metodología. Guía general (ISO 6658:1985). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 5492:2010 (2010).** Análisis sensorial. Vocabulario. Guía general (ISO 5492:2008). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 8589:2010 (2010).** Análisis sensorial. Guía general para el diseño de salas de cata (ISO 8589:2007). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- Wan X. M., Stevenson R. J., Chen X. D. y Melton L. D. (1999).** Application of headspace solid-phase microextraction to volatile flavour profile development during storage and ripening of kiwifruit. *Food Research International*, 32, 175-183.
- Wang M. Y., MacRae E., Wohlers M. y Marsh K. (2011).** Changes in volatile production and sensory quality of kiwifruit during fruit maturation in *Actinidia deliciosa* 'Hayward' and *A. chinensis* 'Hort16A'. *Postharvest Biology and Technology*, 59, 16-24.
- Wolters C.J. y Allchurch E.M. (1994).** Effect of training procedure on the performance of descriptive panels. *Food Quality and Preference*, 5, 203-214.
- Young H. y Paterson V. J. (1995).** Characterisation of bound flavor components in kiwifruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68, 257-260.

IV.2. COMPUESTOS ÁCIDOS Y PARÁMETROS RELACIONADOS

1. Introducción

En los últimos años, se ha demostrado que el consumo diario de frutas y vegetales contribuye a reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades, incluidas las cardio-vasculares, las cerebro-vasculares y el cáncer (Martin y col, 2002 y Liu y col., 2010). Este efecto beneficioso ha sido atribuido al contenido en antioxidantes de frutas y vegetales (Knekt y col., 2002, Huxley y Neil, 2003 y Peschel y col., 2006). Tavarini y col. (2008) argumentan que además la fruta, debido al bajo contenido calórico y a la alta cantidad de compuestos bioactivos, es un excelente alimento ya que puede prevenir un amplio rango de patologías y problemas degenerativos relacionados con procesos de envejecimiento.

Polifenoles, ácido ascórbico, carotenoides y tocoferoles son algunos de los antioxidantes que protegen a las células de los efectos de los radicales libres ya que suprimen la formación de los mismos al generar una cubierta sobre los metales iónicos, reduciendo la formación de peróxido de hidrógeno, y transformándolo en superóxido y oxígeno libre. Es por ello que éstos presentan un rol importante en la prevención de estas enfermedades (Du y col., 2009).

La fruta es una de las mejores fuentes de varios fitocompuestos antioxidantes. Por su parte, el kiwi se caracteriza por un alto contenido en vitamina C y otros compuestos tales como carotenoides, flavonoides y minerales (Nishiyama y col., 2004 e Ilin y col., 2010).

El contenido en vitamina C del kiwi es incluso superior al encontrado en naranja, fresa y limón. Así, Beever y Hopkirk (1990) demuestran que el contenido en vitamina C en kiwi es diez veces superior al encontrado en manzana y melocotón. En particular, algunos autores como Selman (1983) y Lintas y col. (1991) indican que la concentración de vitamina C en la variedad *Hayward* varía entre 37 y 200 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Du y col. (2009) encuentran un contenido de 41.7 a 1322.91 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca en diferentes extractos de *Actinidia*. Por otro lado, Kupra y col. (2011) encuentran un contenido de esta vitamina de entre 98 y 163 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca en *A. arguta* y *A. purpurea*.

Uno de los factores más influyentes sobre el flavor de las frutas son los ácidos orgánicos, el metabolismo de los mismos resulta muy interesante desde el punto de vista fisiológico y del valor comercial. Estos ácidos se encuentran normalmente acumulados en los estadios más tempranos del desarrollo de la fruta y se usan posteriormente, durante la

maduración, como sustratos para la respiración (Diakou y col., 2000, Moing y col. 2001 y Zhao y col., 2007).

El kiwi posee un alto contenido de ácidos orgánicos (1-2%) de los cuales el 40-60% es ácido quínico, el 40-60% es ácido cítrico y otros tales como el ácido málico suponen un 10% (Cheng y col., 2004, Marsh y col., 2004, Nishiyama y col., 2008 y Marsh y col., 2009).

En muchas frutas, los dos ácidos más importantes son el málico y el cítrico. La concentración final de éstos, durante la madurez de la fruta, se determina por el balance de ácidos orgánicos biosintetizados, degradados y almacenados en las vacuolas (Ruffer y col., 1984; Diakou y col., 2000 y Chen y col., 2009).

Los ácidos orgánicos son compuestos oxigenados derivados de los hidrocarburos. Se forman al sustituir en un carbono primario dos hidrógenos por un oxígeno, que se une al carbono mediante un doble enlace, y el tercer hidrógeno por un grupo (-OH), que se une mediante un enlace simple. El grupo formado por esta sustitución, que se sitúa siempre en un extremo de la cadena, recibe el nombre de carboxilo (figura IV.2.1).

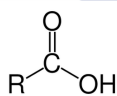


Figura IV.2.1. Grupo funcional de los carboxilos

Las estructuras de los ácidos presentes en el kiwi se recogen en las siguientes figuras (figuras IV.2.2- IV.2.6).

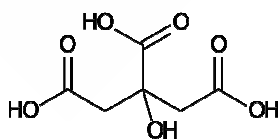


Figura IV.2.2. Estructura del ácido cítrico

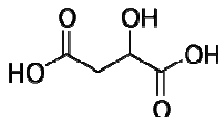


Figura IV.2.3. Estructura del ácido málico

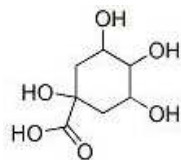


Figura IV.2.4. Estructura del ácido quínico

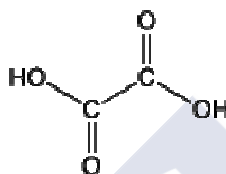


Figura IV.2.5. Estructura del ácido oxálico

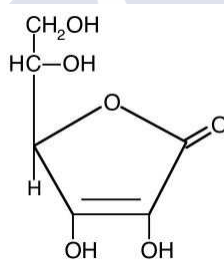


Figura IV.2.6. Estructura del ácido ascórbico

Existen diversos trabajos en los que se evalúan diferentes variables asociadas a las modificaciones en el contenido de ácidos. Esti y col. (1998), Lee y Kader (2000) e Imeh y Khokhar (2002) estudian cómo el contenido en ácidos puede estar influido por diversos factores tales como el tiempo de maduración, genotipos, pre- y post- condiciones de almacenamiento y procesado, etc. Otros autores estudian también el comportamiento de parámetros relacionados con la acidez y la evolución en el tiempo (Ben-Arie y col., 1982, Matsumoto y col., 1983, Tombesi y col., 1993 y Crisosto y Crisosto, 2001) y las diferencias dependiendo de la zona de cultivo (Fisk y col., 2008). Sin embargo, no existen estudios sobre la influencia de parámetros asociados a la acidez de los kiwis en función del tiempo de almacenamiento, del uso de diferentes técnicas de cultivo y de la campaña de recolección.

Por tanto, para obtener un estudio más robusto, se miden además de los compuestos ácidos, aquellas variables que puedan estar relacionadas directamente como el sabor ácido,

evaluado mediante análisis sensorial con paneles de catadores entrenados, la acidez titulable y el pH.

2. Objetivos

El objetivo de este capítulo es identificar los diferentes ácidos orgánicos existentes en el kiwi, medir la acidez y el pH y realizar la evaluación sensorial del sabor ácido para conocer la influencia del tiempo de almacenamiento, de los diferentes sistemas de cultivo (ecológico, convencional e integrado) y de la campaña de recogida sobre estos parámetros.

3. Material y métodos

3.1. Muestras

Para llevar a cabo este estudio se utilizan muestras de kiwis (*Actinidia deliciosa*, var. *Hayward*) procedentes de tres sistemas de cultivo diferentes (ecológico, integrado y convencional) pertenecientes a las campañas del 07-08 y 08-09. Las características de las muestras están detalladas en el capítulo III.

Todos los análisis físico-químicos se realizan por triplicado sobre un triturado homogeneizado obtenido a partir de 10 kiwis elegidos al azar sobre la muestra total (para cada tipo de kiwi y cada muestreo). En el caso del análisis sensorial, los kiwis enteros, también escogidos al azar, se mantienen sin ningún tipo de preparación para su posterior análisis por los catadores entrenados.

3.2. Determinación del pH y la acidez titulable

El pH es una medida de la actividad de los iones de hidrógeno presentes en la pulpa del fruto.

El material y aparatos usados se resumen a continuación:

- Agitador termomagnético, Velp Scientifica.
- Balanza electrónica de precisión, Scaltec, modelo SBA 31, precisión 0.01 g.
- Electrodo de vidrio, Crison, modelo 52-02.
- Electrodo indicador de temperatura.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Medidor automático de pH, Crison, modelo GLP 21.
- Picadora, Moulinex, modelo D56.

Los reactivos usados fueron los siguientes:

- Disolución tampón pH 7.00 a 25 °C, Crison, Cód. 23-111-02.
- Disolución tampón pH 4.01 a 25 °C, Crison, Cód. 23-112-02.
- Disolución de KCl 3M saturada de AgCl, Crisolyt-A, Crison, Cód 95-01.

De acuerdo con el método 981-12 de la AOAC (2005), se pesan 10 g de la pulpa del kiwi homogeneizada, se adicionan 100 mL de agua destilada y se agita. Al finalizar, se introduce un electrodo de vidrio (Crison, modelo 52-02) acoplado a un medidor automático de pH (Crison, GLP 21), manteniendo la agitación mecánica durante 5 minutos hasta que el equipo se estabiliza.

La acidez titulable es una medida del grado de acidez que indica el contenido de ácidos libres (cítrico, málico, etc.) mediante una valoración con hidróxido de sodio hasta pH 8.1

El material y aparatos usados se resumen a continuación:

- Agitador termomagnético, Velp Scientifica.
- Balanza electrónica de precisión, Scaltec, modelo SBA 31, precisión 0.01 g.
- Bureta de 25 mL, Pirex.
- Electrodo de pH, Crison, modelo 52-02.
- Electrodo indicador de temperatura.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Medidor automático de pH, Crison, modelo GLP 21.
- Picadora, Moulinex, modelo D56.

Los reactivos usados son los siguientes:

- Ácido clorhídrico 0.1 N, Panreac, Cód. 181023.1211.
- Agua Milli-Q (sistema purificador Millipore y Milli-Q plus).
- Etanol 96 %, Panreac, 141085.1212.
- Fenolftaleína, Panreac, Cód. 131.325.
- Hidróxido de sodio, Panreac, Cód.141687.1214.
- Solución de fenolftaleína al 0.1% en etanol.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N.

De acuerdo con el método 942-15 AOAC (2005), se pesan 10 g de la pulpa del kiwi homogeneizada, se adicionan 100 mL de agua destilada y se agitan. A continuación, se titula con NaOH 0.1 N de factor conocido, hasta alcanzar un pH de 8.1. Los resultados se expresan en % de ácido cítrico (g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra).

$$\text{Acidez titulable (\% ácido cítrico)} = [(V \times N \times f \times F)/P] \times 100$$

Donde:

V = Volumen de hidróxido sódico utilizado en la valoración (mL)

N = Normalidad del hidróxido sódico (0.1 N)

f = Factor de corrección del hidróxido sódico

F = Factor de conversión del ácido cítrico anhidro (0.064)

P = Peso de la muestra en gramos

3.3. Determinación de vitamina C y ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos, cítrico, málico, quínico, oxálico y ascórbico (vitamina C), se determinan mediante un cromatógrafo líquido de alta eficacia (HPLC) con un detector UV-VIS (Vázquez-Oderiz y col., 1994). El equipo utilizado está compuesto por una bomba para HPLC (Jasco, Mod. PU-1580), un inyector manual, una unidad de gradiente ternario de baja presión (mezclador Jasco, Mod. LG-2080-02), un horno para la columna (GEcko, Mod. 2000), un detector UV-VIS de longitud de onda variable Diodo-array (Jasco, Mod. UV-2075 Plus) y una columna Spherisorb ODS2 C₁₈, Waters (dimensiones: 250.0 x 4.6 mm), acoplada a una pre-columna Spherisorb ODS2 C₁₈, Waters, (dimensiones: 10.0 x 4.6 mm), empacada con partículas de 5 µm. Se utiliza el software Borwing Chromatography Jasco (Versión. 1.5) y una unidad LC-Net II/ADC Jasco. Para las condiciones de determinación se utiliza una fase móvil de acetonitrilo/agua (85:15 v/v) a un flujo de 1.5 mL min⁻¹ en elución isocrática, el volumen de muestra inyectado es de 20 µL y la temperatura del horno de columna es de 30 °C.

El resto de material y aparatos usados se resumen a continuación:

- Agitador termomagnético, Velp Scientifica.
- Balanza electrónica de precisión, Scaltec, modelo SBA 31, precisión 0.01 g.
- Balanza analítica, Adam Equipament, modelo ADP 3100/L.
- Desgasificador, Gastorr, modelo 154.
- Filtros de fibra de vidrio, Albet.

- Filtros de jeringa de nylon de 0.2 μm , Waters.
- Jeringa de 50 μL , SGE.
- Microcubetas de poliestireno de 2.5 mL, dispolab Kartell.
- Micropipeta de 20 μL , Nichiryo, modelo 5000DG.
- Micropipeta de 200 μL , Gilson, modelo P75085L.
- Micropipeta de 1000 μL , Gilson, modelo P73845L.
- Papel filtro, Albet, No. 135.
- Picadora, Moulinex, modelo D56.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.

Los reactivos usados fueron los siguientes:

- Ácido cítrico anhidro, Panreac, Cód. 131808.
- Ácido D-(-)-quínico, Fluka, Cód. GA13510.
- Ácido L-(-)-málico, Acros Organics, Cód. 15059-0250.
- Ácido L-(+)-ascórbico, Acros Organics, Cód. 401471000.
- Ácido metafosfórico, Merck, Cód. 1.00546.05000.
- Ácido oxálico, Panreac, Cód. 131041.1210.
- Ácido sulfúrico, Panreac, Cód. 131058.
- Agua Milli-Q (sistema purificador Millipore y Milli-Q plus).
- Solución de ácido metafosfórico al 4.5%.
- Solución patrón de ácido cítrico en ácido metafosfórico al 4.5%.
- Solución patrón de ácido D-(-)-quínico en ácido metafosfórico al 4.5%.
- Solución patrón de ácido L-(-)-málico en ácido metafosfórico al 4.5%.
- Solución patrón de ácido L-(+)-ascórbico en ácido metafosfórico al 4.5%.
- Solución patrón de ácido oxálico en ácido metafosfórico al 4.5%.

Para la obtención de los patrones de ácidos orgánicos y vitamina C se prepara una solución madre de cada uno de los ácidos con ácido metafosfórico al 4.5%. A partir de la solución madre de cada patrón se toman las alícuotas necesarias y se preparan las disoluciones con las que se establecen las rectas de calibrado de cada patrón. En las figuras IV.2.7, IV.2.8 y IV.2.9 se representan los cromatogramas de los patrones de los ácidos cítrico, oxálico, málico y quínico y de la vitamina C. Tal y como se puede observar en las figuras IV.2.10, IV.2.11, IV.2.12, IV.2.13 y IV.2.14 hay una respuesta lineal entre la concentración y el área del pico del cromatograma.

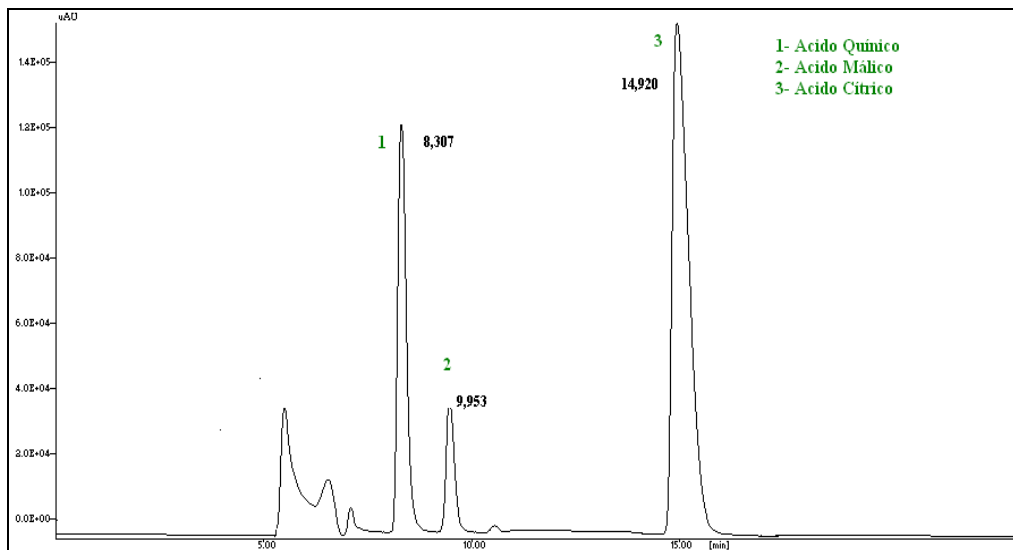


Figura IV.2.7. Cromatograma de una mezcla patrón de los ácidos, quínico, málico y cítrico a 215 nm.

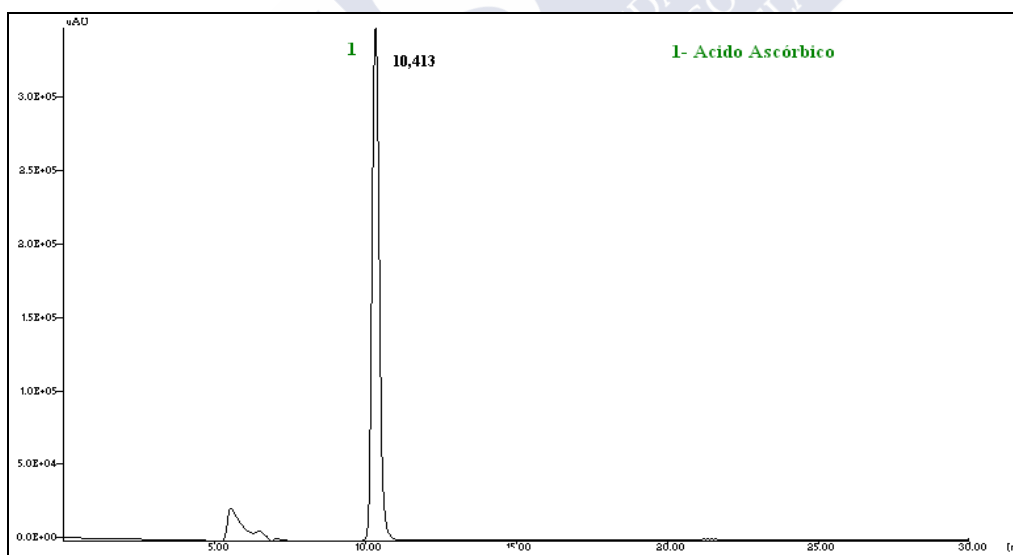


Figura IV.2.8. Cromatograma de un patrón de ácido ascórbico a 245 nm.

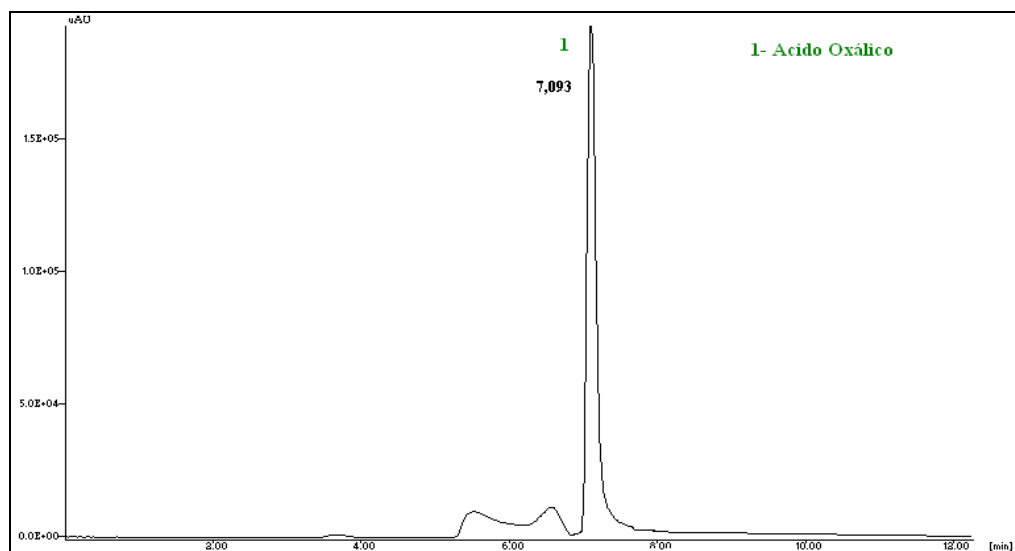


Figura IV.2.9. Cromatograma de un patrón de ácido oxálico a 215 nm.

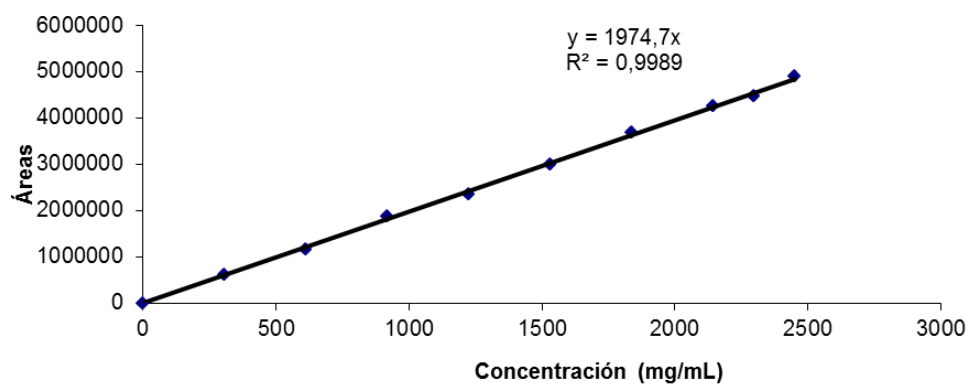


Figura IV.2.10. Recta de calibrado para el ácido cítrico

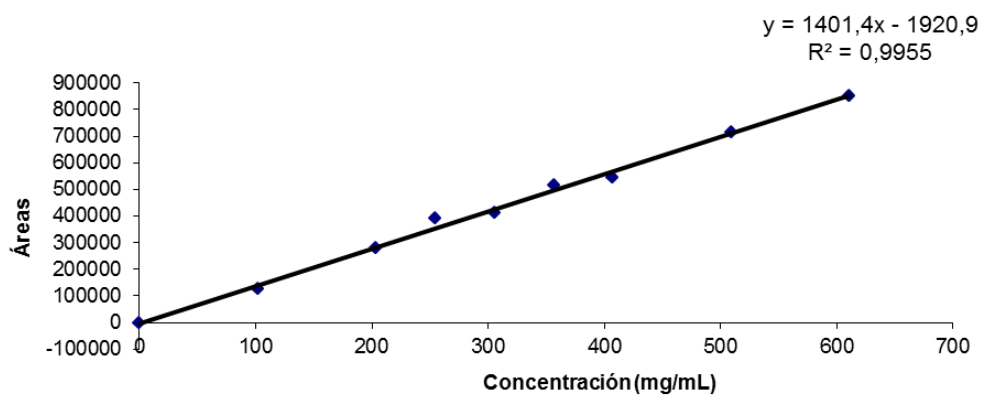


Figura IV.2.11. Recta de calibrado para el ácido málico

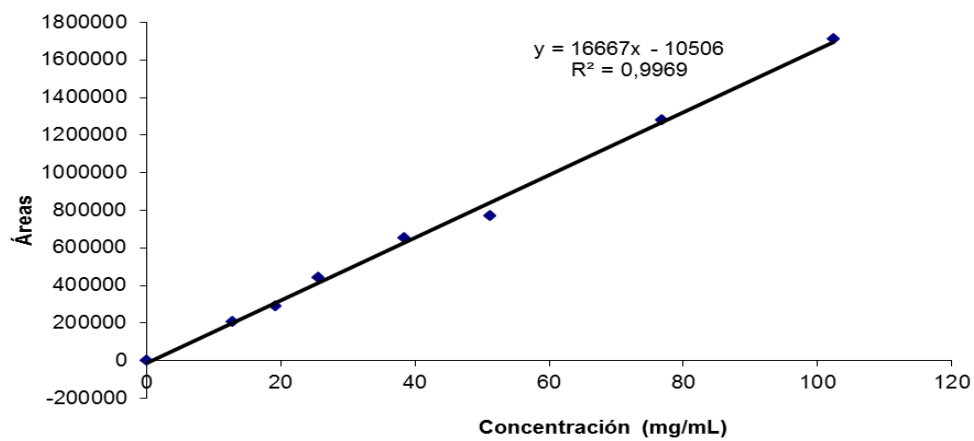


Figura IV.2.12. Recta de calibrado para el ácido oxálico

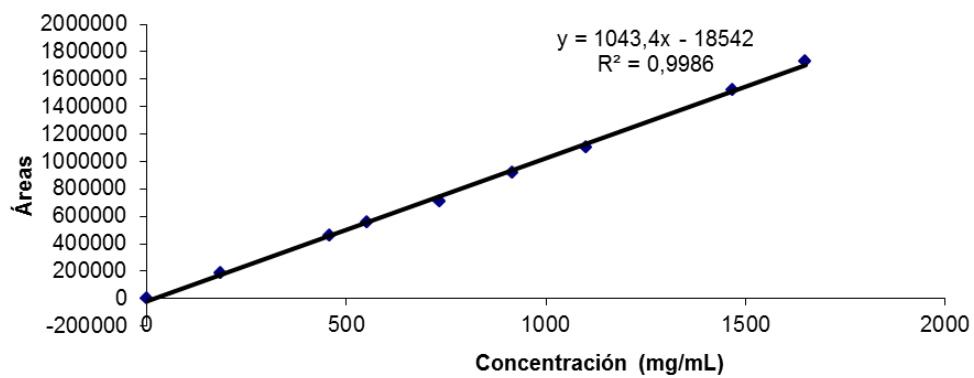


Figura IV.2.13. Recta de calibrado para el ácido quínico

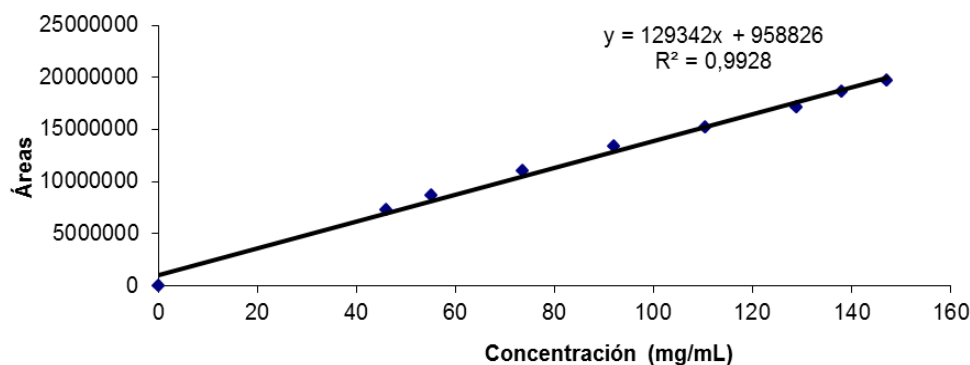


Figura IV.2.14. Recta de calibrado para el ácido ascórbico

3.4. Determinación sensorial del sabor ácido

El método usado es el análisis descriptivo utilizando un panel de 9 catadores entrenados (capítulo IV.1).

En cuanto a la forma de presentación de las muestras, en primer lugar se elabora el protocolo experimental, según un diseño en bloques completos al azar (UNE 87008:1992):

(i) Se seleccionan aleatoriamente el mismo número de muestras de cada sistema de cultivo; (ii) se define el orden aleatorio de presentación de muestras para cada catador y (iii) se codifican las muestras con un número de tres dígitos elegidos al azar. A cada catador se le presenta 1 kiwi entero de cada cultivo a temperatura ambiente.

El atributo sensorial valorado en este caso es el sabor ácido definido, por consenso con el panel de catadores, como “sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de las sustancias ácidas (por ejemplo, ácido cítrico y ácido tartárico)”. El rango de percepción de sabor ácido en kiwi se establece en una concentración que va desde 0.38 g L⁻¹ de ácido cítrico a 1.40 g L⁻¹. Para la evaluación de este atributo se utiliza una escala no estructurada de 10 cm, en la que el catador debe indicar el punto que corresponde a la magnitud percibida, siguiendo las instrucciones que corresponden a la evaluación del descriptor y considerando la sensación percibida.

Los reactivos utilizados son los siguientes:

- Agua destilada
- Ácido cítrico anhídrico, Panreac, Cód. 131808

3.5. Análisis estadístico

Los datos son evaluados estadísticamente mediante dos ANOVA de 2 factores tiempo de almacenamiento y cultivo con interacción y cultivo y año de campaña con interacción. En los casos en los que existe efecto de la interacción, se analiza cada uno de los factores de forma independiente, es decir, aplicando un ANOVA de 1 factor (cultivo para cada tiempo de almacenamiento, tiempo de almacenamiento para cada campaña y/o cultivo para cada campaña) y/o test t-Student (campaña para cada tipo de cultivo). Las diferencias estadísticas encontradas al aplicar el ANOVA son evaluadas con la prueba de Tukey considerando efecto significativo para un valor de $p < 0.05$. Para la realización del análisis se usa el paquete estadístico PASW versión 18 para Windows (Martin, 2007).

4. Resultados y discusión

4.1. Compuestos ácidos y parámetros relacionados de los kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivo y a lo largo del tiempo de almacenamiento

Los valores medios y desviaciones estándar obtenidos para cada uno de los ácidos analizados, pH, acidez titulable y sabor ácido de los kiwis procedentes de cada sistema de cultivo analizado y a lo largo del tiempo de almacenamiento durante las dos campañas de recolección (07-08 y 08-09) se recogen en las tablas IV.2.1 y IV.2.2.

Tabla IV.2.1. Datos (media \pm desviación estándar) del pH, acidez titulable, ácidos orgánicos, vitamina C y sabor dulce. Campaña 07-08

Muestreo	Origen ¹	pH	Acidez titulable ²	Ácido cítrico ³	Ácido málico ³	Ácido quínico ³	Ácido oxálico ³	Vitamina C ³	Sabor ácido
1	C	3.6 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	1046.6 \pm 6.0	102.7 \pm 0.7	613.8 \pm 6.4	55.0 \pm 0.6	63.7 \pm 0.4	4.7 \pm 1.8
	I	3.5 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	1077.3 \pm 7.5	181.6 \pm 2.4	811.1 \pm 10.3	69.9 \pm 0.4	67.8 \pm 0.4	4.5 \pm 2.5
	E	3.5 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1032.7 \pm 3.8	195.5 \pm 0.8	828.0 \pm 7.7	48.4 \pm 0.1	80.8 \pm 0.3	5.9 \pm 1.7
2	C	3.4 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1125.6 \pm 6.7	103.7 \pm 0.6	623.7 \pm 0.0	50.7 \pm 0.5	65.2 \pm 0.5	3.8 \pm 2.1
	I	3.4 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1041.3 \pm 8.9	171.0 \pm 6.2	729.0 \pm 0.6	57.1 \pm 0.4	64.3 \pm 0.1	4.2 \pm 1.9
	E	3.5 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1116.7 \pm 5.9	178.2 \pm 3.9	834.1 \pm 3.3	97.3 \pm 0.1	78.2 \pm 0.1	5.3 \pm 2.6
3	C	3.3 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	1066.9 \pm 5.2	101.3 \pm 5.6	654.2 \pm 16.5	93.6 \pm 0.8	72.3 \pm 1.0	4.4 \pm 2.5
	I	3.2 \pm 0.1	1.2 \pm 0.0	1095.0 \pm 4.9	175.0 \pm 5.6	832.3 \pm 13.2	134.5 \pm 2.2	76.0 \pm 0.6	4.2 \pm 2.2
	E	3.4 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1032.1 \pm 14.8	180.7 \pm 0.3	834.0 \pm 0.4	109.9 \pm 2.3	78.1 \pm 0.0	4.9 \pm 2.6
4	C	3.4 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	983.5 \pm 5.1	111.0 \pm 0.2	685.7 \pm 1.1	26.7 \pm 0.6	82.3 \pm 0.0	3.4 \pm 1.8
	I	3.4 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	914.6 \pm 11.3	201.7 \pm 5.0	813.9 \pm 0.0	82.4 \pm 7.4	80.5 \pm 0.2	4.5 \pm 1.6
	E	3.4 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	906.2 \pm 1.8	196.8 \pm 0.2	888.9 \pm 11.1	41.7 \pm 0.1	90.3 \pm 0.1	5.3 \pm 2.4
5	C	3.4 \pm 0.0	1.0 \pm 0.0	708.3 \pm 1.9	79.7 \pm 0.4	654.4 \pm 3.6	45.2 \pm 0.3	73.1 \pm 0.4	2.9 \pm 2.0
	I	3.4 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	862.9 \pm 1.1	172.0 \pm 0.9	861.0 \pm 2.2	67.0 \pm 0.5	100.6 \pm 0.2	4.4 \pm 1.6
	E	3.3 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	906.5 \pm 6.8	169.4 \pm 0.2	772.6 \pm 10.7	51.1 \pm 1.2	93.2 \pm 0.6	5.1 \pm 1.3
6	C	3.7 \pm 0.0	0.8 \pm 0.0	912.6 \pm 5.1	93.1 \pm 0.1	665.5 \pm 2.3	51.0 \pm 0.0	65.7 \pm 0.1	2.6 \pm 1.2
	I	3.6 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	905.8 \pm 3.1	189.0 \pm 0.2	962.6 \pm 2.8	81.1 \pm 0.7	96.8 \pm 0.1	4.7 \pm 2.6
	E	3.6 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	902.7 \pm 10.3	216.3 \pm 0.2	921.0 \pm 4.2	78.3 \pm 0.8	104.3 \pm 1.1	6.0 \pm 3.0

¹ C: convencional; I: integrado y E: ecológico; ² g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra; ³ mg 100g⁻¹ muestra fresca

Tabla IV.2.2. Datos (media \pm desviación estándar) del pH, acidez titulable, ácidos orgánicos, vitamina C y sabor dulce. Campaña 08-09

Muestra	Origen ¹	pH	Acidez titulable (%) ²	Ácido cítrico ³	Ácido málico ³	Ácido quínico ³	Ácido oxálico ³	Vitamina C ³	Sabor ácido
1	C	3.5 \pm 0.1	1.1 \pm 0.0	1433.3 \pm 1.0	204.5 \pm 6.7	920.3 \pm 1.1	4.3 \pm 0.1	104.0 \pm 1.6	4.1 \pm 1.1
	I	3.6 \pm 0.1	1.2 \pm 0.0	1663.0 \pm 3.4	261.1 \pm 3.6	945.7 \pm 9.0	8.3 \pm 0.0	111.4 \pm 0.9	6.1 \pm 2.0
	E	3.6 \pm 0.1	1.1 \pm 0.0	1457.7 \pm 3.8	187.0 \pm 2.1	1059.9 \pm 8.2	8.0 \pm 0.2	101.6 \pm 3.0	5.6 \pm 2.3
2	C	3.4 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	1579.7 \pm 5.6	383.3 \pm 3.4	989.9 \pm 1.3	5.1 \pm 0.2	80.2 \pm 0.5	4.7 \pm 1.6
	I	3.3 \pm 0.1	1.3 \pm 0.0	1350.6 \pm 7.2	314.0 \pm 4.1	1174.7 \pm 5.6	3.1 \pm 0.0	79.2 \pm 1.4	3.7 \pm 2.4
	E	3.6 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1467.1 \pm 0.5	361.5 \pm 11.0	1061.1 \pm 4.7	10.1 \pm 0.0	131.0 \pm 1.3	4.1 \pm 2.3
3	C	3.6 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	1423.5 \pm 11.7	246.0 \pm 2.1	932.1 \pm 3.9	6.8 \pm 0.3	79.1 \pm 1.9	3.0 \pm 1.9
	I	3.6 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	1427.6 \pm 4.6	238.6 \pm 1.1	1099.0 \pm 14.2	7.8 \pm 0.1	134.1 \pm 7.3	3.0 \pm 1.7
	E	3.6 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	1329.4 \pm 7.9	146.5 \pm 1.4	1001.1 \pm 0.7	5.9 \pm 0.0	143.8 \pm 4.6	3.2 \pm 1.7

¹C: convencional; I: integrado y E: ecológico;² g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra;³ mg 100g⁻¹ muestra fresca

El valor del pH de los kiwis analizados, teniendo en cuenta los datos recogidos en las dos campañas de muestreos, se encuentra comprendido entre 3.2 y 3.7. La acidez titulable presenta valores de entre 0.8 y 1.3 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra fresca. Estos valores se sitúan dentro de los rangos citados por Cano (1991), Lo Voi y col. (1992), Castaldo y col. (1992), Esti y col. (1998), Marsh y col. (2004) y Kupra y col. (2011) en diferentes variedades de kiwi.

El rango en el que se encuentran las muestras de ácido cítrico está comprendido entre 902.7 y 1663.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Nishiyama y col. (2008), en diferentes variedades de *Actinidia*, encuentran valores en torno a 1100 mg 100 g⁻¹ de kiwi fresco. Lo Voi y col. (1992) indican un rango de 885.0 a 1664.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para otras variedades de kiwi (*Abbot*, *Bruno*, *Elmwood*, *Gracie* y *Monty*). Para la variedad *Hayward* Castaldo y col. (1992) citan un rango de 906.0 a 1602.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca.

El ácido málico presenta valores comprendidos en el rango de 79.7 a 383.3 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Lo Voi y col. (1992) indican valores de 375.0 a 643.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para otras variedades de kiwi (*Abbot*, *Bruno*, *Elmwood*, *Gracie* y *Monty*). Otros autores encuentran valores similares a los del presente estudio. Así, Castaldo y col. (1992) indican valores de 92 a 201 mg 100 g⁻¹, Esti y col. (1998) entre 120 y 270 mg 100 g⁻¹ y Marsh y col. (2004) entre 100 y 170 mg 100 g⁻¹ todos ellos en muestra de kiwi fresco de la variedad *Hayward*.

El ácido quínico presenta valores comprendidos entre 613.8 a 1174.7 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Cuantitativamente, el ácido quínico ocupa el segundo lugar después del ácido cítrico. Castaldo y col. (1992) obtienen valores de 400 a 760 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca en la variedad *Hayward*. Lo Voi y col. (1992) presentan un rango de 313.0 a 621.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para otras variedades de kiwi (*Abbot*, *Bruno*, *Elmwood*, *Gracie* y *Monty*), valores inferiores a los encontrados en este estudio para la variedad *Hayward*.

El ácido oxálico presenta valores de entre 4.3 y 134.5 mg 100 g⁻¹. Pérez y col. (1997) afirman que el contenido en ácido oxálico en kiwis de la variedad *Hayward* es de 0.8 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Sin embargo, Cano y col. (1994) indican que los valores estaban en torno a 25 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca de kiwi (*Hayward*, *Abbot*, *Bruno* y *Monty*).

Los valores de vitamina C o ácido ascórbico se sitúan entre 63.7 y 154.1 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Pérez y col. (1997) obtienen valores inferiores de vitamina C, del orden de 46.2 mg 100 g⁻¹ de kiwi fresco, lo cual coincide con estudios publicados por Cano y col. (1994). Sin embargo, otros estudios citan valores similares a los de este trabajo, así Gökmen y col. (2000) indican un contenido en ácido ascórbico de 34.2 mg 100 g⁻¹ de muestras de kiwi, Rassam y Laing (2005) encuentran valores de 98 a 163 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca en *Actinidia chinensis* y

Kupra y col. (2011) un contenido de ácido ascórbico de 120 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca en *A. arguta* y *A. purpurea*. Nishiyama y col. (2004), que estudian el contenido de ácido ascórbico en diferentes variedades de kiwi, señalan valores para la variedad *Hayward* de alrededor de 55.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca. Autores como Lo Voi y col. (1992) presentan un rango de 37.0 a 199.5 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para otras variedades de kiwi (*Abbot*, *Bruno*, *Elmwood*, *Gracie* y *Monty*). Du y col. (2009) encuentran un contenido en vitamina C de 41.7 a 1322.91 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca en diferentes extractos de diferentes variedades del género *Actinidia*.

En cuanto a la evaluación realizada mediante análisis sensorial, el sabor ácido, medido por el panel de catadores expertos, se encuentra entre valores de 2.6 y 6.1, es decir, niveles de sabor ácido de intensidad baja-media. Marsh y col. (2004), encuentra valores de acidez de 60.9 (en una escala del 0 a 150) en muestras de la variedad *Hayward* almacenados a una temperatura de 0 °C.

4.2. Influencia del tiempo de almacenamiento sobre compuestos ácidos y parámetros relacionados

Con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento en la campaña 07-08, se realizan a lo largo del mismo (apartado 3.1), entre los meses de enero y junio, 6 muestreos para cada tipo de kiwi (convencional, integrado y ecológico). En la tabla IV.2.3 se muestran los resultados del análisis de la varianza de 2 factores (tiempo y cultivo) con interacción para todas las variables medidas (pH, acidez, ácidos orgánicos y vitamina C y sabor ácido).

Tabla IV.2.3. Resultados del ANOVA de 2 factores (tiempo y cultivo), con interacción

	p-valor (tiempo)	p-valor (cultivo)	p-valor (t x c)
pH	***	***	***
Acidez titulable	***	***	***
Ácido cítrico	***	***	***
Ácido málico	***	***	***
Ácido quínico	***	***	***
Ácido oxálico	***	***	***
Vitamina C	***	***	***
Sabor ácido	ns	**	*

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Tal y como se puede observar en la tabla IV.2.3, el valor de la interacción es significativa para todas las variables estudiadas. De manera que se procede a aplicar un ANOVA de 1 factor (tiempo) para cada cultivo. Los datos del p-valor se recogen en la tabla IV.2.4.

Tabla IV.2.4. Resultados del p-valor del ANOVA de 1 factor (tiempo) para cada sistema de cultivo

	Convencional	Integrado	Ecológico
pH	***	***	***
Acidez titulable	***	***	***
Ácido cítrico	***	***	***
Ácido málico	**	***	***
Ácido quínico	***	***	***
Ácido oxálico	***	***	***
Vitamina C	***	***	***
Sabor ácido	ns	ns	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Para los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo hay una influencia del tiempo de almacenamiento sobre todas las variables estudiadas, excepto para el sabor ácido evaluado por el panel de catadores. Se procede a comentar cada una de las variables analizadas, estudiando la tendencia de la media a lo largo del tiempo de almacenamiento en cámara.

El valor de pH oscila entre los valores de 3.3 a 3.7; 3.2 a 3.6 y 3.3 a 3.6 para los kiwis procedentes del cultivo convencional, integrado y ecológico, respectivamente (tabla IV.2.1), lo que indica ligeras fluctuaciones aunque significativas en el tiempo (tabla IV.2.4). Marsh y col. (2004) estudiaron el efecto del tiempo de almacenamiento en kiwis en la variedad *Hayward* y observaron que no había diferencias significativas en el pH.

La acidez titulable presenta valores de 0.8 a 1.3; de 1.2 a 1.3 y de 1.3 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra para los kiwis procedentes del cultivo convencional, integrado y ecológico respectivamente (tabla IV.2.1), lo que indica ligeras fluctuaciones a lo largo del tiempo. Al igual que en el caso del pH, estas ligeras fluctuaciones fueron estadísticamente significativas (tabla IV.2.4).

Estos datos corroboran lo publicado en estudios previos (Sahari y col., 2004, Park y col., 2006, Femenia y col., 2009 y Zolfaghari y col., 2010) donde el rango de acidez se encuentra entre 1.77% y 2.49% para las cinco variedades de kiwi estudiadas.

En cuanto a los ácidos, los resultados indican diferencias significativas en todos los casos (tabla IV.2.4). El ácido cítrico disminuye en el tiempo desde 1046.6 a 902.6; desde 1077.3 a 905.8 y desde 1032.7 a 902.7 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para los kiwis procedentes del cultivo convencional, integrado y ecológico, respectivamente (tabla IV.2.1), lo que indica un descenso a lo largo del tiempo de almacenamiento.

Comportamientos similares son encontrados por otros autores como González-Rodríguez y col. (1993). Rico y col. (1999) observan una progresiva disminución del contenido de los ácidos orgánicos, entre ellos el ácido cítrico, durante el tiempo de almacenamiento de diferentes frutas a una temperatura de 0-3 °C durante 8-17 semanas.

El ácido málico se encuentra entre valores de 79.7 a 111.0; de 171.0 a 201.7 y de 169.4 a 216.3 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para los kiwis procedentes del cultivo convencional, integrado y ecológico, respectivamente (tabla IV.2.1). Este comportamiento, sin una tendencia clara, es encontrado también por González-Rodríguez y col. (1993) durante el tiempo de almacenamiento.

El contenido de ácido quínico se presenta entre valores de 613.8 y 685.7; de 729.0 y 962.6 y de 772.6 y 921.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para los kiwis procedentes del cultivo

convencional, integrado y ecológico, respectivamente (tabla IV.2.1). A lo largo del tiempo se observaron fluctuaciones significativas en el contenido de ácido quínico con una tendencia al incremento, el comportamiento obtenido en este estudio es similar al observado por González-Rodríguez y col. (1993) en muestras de *Actinidia deliciosa*.

El contenido en ácido oxálico presenta un rango de valores de entre 26.7 a 93.6; de entre 57.1 a 134.5 y de entre 41.7 a 109.9 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para los kiwis procedentes del cultivo convencional, integrado y ecológico respectivamente (tabla IV.2.1). A lo largo del tiempo se observan fluctuaciones en el contenido de ácido oxálico, siendo los valores obtenidos al final del periodo de almacenamiento, similares a los iniciales.

Rinallo y Mori (2000) citan concentraciones de ácido oxálico entre valores de 38.5 a 28.0 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca desde la recogida del kiwi y durante 4 meses de almacenamiento, conservados éstos en bolsas de polietileno a 3 °C y 90% de HR.

La evolución en el contenido de ácido ascórbico revela un ligero incremento en el tiempo de almacenamiento, así los valores van desde 63.7 a 82.3; 64.3 a 100.6 y 78.1 a 104.3 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca para los kiwis procedentes del cultivo convencional, integrado y ecológico respectivamente (tabla IV.2.1). Por otro lado, Cotter y col. (1991) encuentran disminuciones de este compuesto en kiwis de la variedad *Hayward* tras ocho semanas de almacenamiento a 0 °C.

La variación en el contenido de ácido ascórbico durante el tiempo de almacenamiento depende del tipo de fruta, así Lee y Kader (2000) indican que el contenido en ácido ascórbico aumenta durante el almacenamiento para albaricoque, melocotón y papaya, pero decrece en otras frutas como manzana y mango.

En el caso del sabor ácido, los valores encontrados se encuentran entre 2.6 y 4.7; 4.2 y 4.7 y 4.9 y 6.0 medidos en una escala del 0 al 10 (tabla IV.2.1).

En general, se observa que el tiempo ejerce influencia sobre los valores de pH, acidez titulable, ácidos orgánicos y vitamina C. Estos ligeros cambios en el tiempo, si bien son estadísticamente significativos, no son perceptibles por el panel de catadores cuando evalúan el sabor ácido (tabla IV.2.4).

4.3. Influencia del tipo de cultivo y de la campaña de producción sobre los compuestos ácidos y parámetros relacionados

Puesto que las diferencias a lo largo del tiempo son mínimas se decide repetir el estudio en la campaña siguiente, con los mismos productores de kiwi pero realizando

únicamente 3 muestreos a lo largo del tiempo (apartados 3.1). Esto permite estudiar el efecto del año de cosecha (factor campaña) sobre las características de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo (factor cultivo). Para ello se analizan los valores medios de tres meses consecutivos y en dos años correspondientes a las campañas del 07-08 y 08-09.

En la tabla IV.2.5 se muestran los resultados del análisis de la varianza de 2 factores (cultivo y campaña) con interacción para todas las variables medidas.

Tabla IV.2.5. Resultados del ANOVA de 2 factores (cultivo y campaña), con interacción

	p-valor (cultivo)	p-valor (campaña)	p-valor (c x c)
pH	ns	***	ns
Acidez titulable	***	ns	**
Ácido cítrico	ns	***	ns
Ácido málico	ns	***	*
Ácido quínico	***	***	ns
Ácido oxálico	ns	***	ns
Vitamina C	**	***	ns
Sabor ácido	ns	ns	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Tal y como se puede observar en la tabla IV.2.5, el resultado del p-valor en la interacción es significativa para las variables de acidez titulable y ácido málico. Se procede, por tanto, a aplicar el ANOVA de 1 factor (cultivo) para cada campaña en estas variables significativas. Los datos del p-valor del ANOVA se recogen en la tabla IV.2.6.

Tabla IV.2.6. Resultados del p-valor del ANOVA de 1 factor (cultivo)

	07-08	08-09
Acidez titulable	ns	ns
Ácido málico	***	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Se observa que existe un efecto significativo del cultivo únicamente en la campaña 07-08 en el caso del ácido málico. Los resultados indican que, durante la campaña 07-08 los kiwis procedentes del cultivo convencional presentan mayor contenido en ácido málico. Y, por otro lado, los kiwis de cultivo ecológico e integrado presentan valores similares entre ellos.

En el caso de las variables pH, ácido cítrico, ácido quínico, ácido oxálico, vitamina C y sabor ácido no hay efecto de la interacción (tabla IV.2.5). Se puede asumir, por tanto, que las diferencias entre cultivos son independientes del año en el que son muestreados. Por ello, se procede a estudiar la influencia del sistema de cultivo, mediante el test de Tukey ($p < 0.05$) en las variables en las que existen diferencias significativas para este factor (tabla IV.2.7).

Tabla IV.2.7. Resultados de la media del ácido quínico y vitamina C
(de las campañas 07-08 y 08-09) y prueba de Tukey en función del factor cultivo¹

Cultivo	Ácido quínico ²	Vitamina C ²
Convencional	806.1 a	81.8 a
Integrado	954.4 b	100.3 b
Ecológico	936.3 b	106.3 b

¹diferentes letras en la misma columna indican diferencias entre cultivos ($p < 0.05$)

² mg 100 g⁻¹ muestra fresca

El ácido quínico se encuentra entre 806.1 y 954.4 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca (tabla IV.2.8). La prueba de Tukey muestra que hay diferencias significativas entre los kiwis procedentes del cultivo convencional, con el valor más bajo, y los procedentes de los cultivos integrado y ecológico.

El contenido en vitamina C presenta valores comprendidos entre 81.8 y 106.3 mg 100 g⁻¹ de muestra fresca (tabla IV.2.7). Según la prueba de Tukey, los frutos del cultivo convencional, presentan concentraciones inferiores a los kiwis procedentes de los otros sistemas de cultivo, siendo los procedentes del cultivo ecológico los que presentan los valores superiores.

Estudios en los que se analizaron diferentes frutas y vegetales (Clarke y Merrow, 1979 y Worthington, 2001) muestran contenidos superiores en vitamina C en las muestras que proceden del cultivo ecológico. Carbonaro y col. (2002) indican altos niveles de ácido ascórbico en melocotones de cultivo ecológico respecto al cultivo convencional. En cambio otros autores

como Woese y col. (1997) no observan diferencias significativas entre tipos de cultivo en cuanto al contenido de vitamina C en otras frutas y verduras.

En el caso del factor campaña (tabla IV.2.5), hay diferencias significativas en todos los parámetros estudiados excepto en la acidez titulable y el sabor ácido, lo que revela que las diferencias entre muestras pueden variar de un año a otro debido a factores extrínsecos no controlables. Otros autores argumentaron que existe una fuerte influencia debido a las condiciones climáticas, especialmente durante el periodo de crecimiento y florecimiento de la planta y durante las fases de madurez de la fruta (Moretti y col., 2010). No obstante, en el presente trabajo las diferencias encontradas son ligeras.

5. Conclusiones

A lo largo del tiempo de almacenamiento en cámara, y en función de la campaña, los kiwis procedentes de los diferentes tipos de cultivo sufren ligeras modificaciones en pH, acidez titulable, ácidos orgánicos y vitamina C. No hay diferencias en el sabor ácido por lo que se puede corroborar que la evolución en el tiempo, de los parámetros que condicionan la acidez, no es perceptible por los sentidos.

Respecto a las diferencias entre cultivos, los kiwis procedentes del sistema de producción convencional presentan menor contenido en ácido quínico y vitamina C.

6. Bibliografía

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005).** Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Current Through Revision # 1. Gaithersburg. USA.
- Beever D.J. y Hopkirk G. (1990).** Fruit development and fruit physiology. In: Warrington, I.J., Weston, G.C. (Eds.), *Kiwifruit Science and Management*. For the New Zealand Society of Horticultural Science. Editorial Ray Richards Publisher,. 97-126.
- Ben-Arie R., Gross J. y Sonogo L. (1982).** Changes in ripening parameters and pigments of the Chinese gooseberry (kiwi) during ripening and storage. *Science and Horticultural*, 18, 65-70.
- Cano M.P. (1991).** HPLC separation of chlorophyll and carotenoid pigments of four kiwi fruit cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 1786-1791.
- Cano M.P., Tortija E., Marín M.A. y Cámara M. (1994).** A simple ion-exchange chromatographic determination of non-volatile organic acids in some spanish exotic fruits. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 214-218.

- Carbonaro M., Mattera M., Nicoli S., Bergamo P. y Cappelloni M. (2002).** Modulation of antioxidant compounds in organic vs. conventional fruit (peach, *Prunus persica* L., and pear, *Pyrus communis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5458-5462.
- Castaldo D., Lo Voi A., Trifiro A. y Gherardi S. (1992).** Composition of Italian kiwi (*Actinidia chinensis*) puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 594-598.
- Cheng C., Seal A., Boldingh H., Marsh K., MacRae EA., Murphy S. y Ferguson A.R. (2004).** Inheritance of fruit characters and fruit size in a diploid *Actinidia chinensis* (kiwifruit) population. *Euphytica*, 138, 185-195.
- Chen F., Liu X. y Chen L. (2009).** Developmental changes in pulp organic acid concentration and activities of acid-metabolising enzymes during the fruit development of two loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars differing in fruit acidity. *Food Chemistry*, 114, 657-664.
- Clarke R.P. y Merrow S.B. (1979).** Nutrient composition of tomatoes homegrown under different cultural procedures. *Ecology Food Nutrition*, 8, 37-46.
- Crisosto C.H. y Crisosto G. (2001).** Understanding consumer acceptance of early harvested "Hayward" kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 205-213.
- Cotter R. L., MacCrae E. A., Ferguson A. R., McMath K. L. y Brennan C.J. (1991).** A comparison of the ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruit. *Journal of Horticultural Science*, 66, 291-300.
- Diakou P., Svanella L., Raymond P., Gaudillère J. P. y Moing A. (2000).** Phosphoenolpyruvate carboxylase during grape berry development: Protein level, enzyme activity and regulation. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27, 221-229.
- Du G., Li M., Ma F. y Liang D. (2009).** Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and Vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chemistry*, 113, 557-562.
- Esti M., Messina M.C., Bertocchi P., Sinesio F., Moneta E., Nicotra A., Fantechi P. y Palleschi G. (1998).** Chemical compounds and sensory assessment of kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Plantch.) var. *chinensis*): electrochemical and multivariate analyses. *Food Chemistry*, 61, 293-300.
- Femenia A., Sastre-Serrano G., Simal S. y Garau M.C. (2009).** Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stage of ripening. *Food Science and Technology*, 42, 106-112.
- Fisk C., Silver A., Strik B. y Zhao Y. (2008).** Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 338-345.

Gökmen V., Kahraman N., Demir N. y Acar J. (2000). Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. *Journal of Chromatography*, 881, 309-316.

González-Rodríguez M.V., Lage-Yusty M.A. y Paseiro-Losada P. (1993). Changes in physico-chemical characteristics between fruit-set and harvest of kiwifruit grown in Galicia (northwestern Spain). *Journal of Food Composition and Analysis*, 6, 278-284.

Huxley R.R. y Neil H.A.W. (2003). The relationship between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 904-908.

Ilin N., Alema H., Pagano E. y Sozzia G. (2010). Suppression of ethylene perception after exposure to cooling conditions delays the progress of softening in 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 55, 160-168.

Imeh U. y Khokhar S. (2002). Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6301-6306.

Knekt P., Kumpulainen J., Jarvinen R., Rissanen H., Heliovaara M. y Reunanen A. (2002). Flavonoid intake and the risk of chronic diseases. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 560-568.

Kupra T., Latocha P. y Liwinska A. (2011). Changes in physicochemical quality, phenolic and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae*, 130, 410-417.

Lee S.K. y Kader A.A. (2000). Pre-harvest and post-harvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Post-harvest Biology and Technology*, 20, 207-220.

Lintas C., Adorisio S., Cappelloni M y Monastra E. (1991). Composition and nutritional evaluation of kiwifruit grown in Italy. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 19, 341-344.

Liu S., Manson J. E., Lee I. M., Cole S. R., Hennekens C. H. y Willett W. C. (2010). Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: The women's health study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 922-928.

Lo Voi A., Trifiro A., Gherardi S., Impembo M. y Castaldo D. (1992). Sulla composizione del kiwi italiano: varietà non *Hayward*. *Industria Conserve*, 67, 324-328.

Marsh K., Attanayake S., Walker S., Gunson A., Bolding H. y MacRae E. (2004). Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 159-168.

- Marsh K., Boldingh H., Shilton R. y William A. (2009).** Changes in quinic acid metabolism during fruit development in three kiwifruit species. *Functional Plant Biology*, 36, 463–470.
- Martin A., Cherubini A., Andres-Lacueva C., Paniagua M. y Joseph J. A. (2002).** Effects of fruits and vegetables on levels of vitamins E and C in the brain and their association with cognitive performance. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 6, 392–404.
- Martin Martin Q. (2007).** Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.
- Matsumoto S., Obara T. y Luh B.S. (1983).** Changes in chemical constituents of kiwifruit during postharvest ripening. *Journal of Food Science*, 48, 607–611.
- Moing A., Renaud C., Gaudillère M., Raymond P., Roudeillac P. y Denoyes-Rothan B. (2001).** Biochemical changes during fruit development of four strawberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126, 394–403.
- Moretti C., Mattos L.M., Calbo A.G. y Sargent S.A. (2010).** Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetables crops: A review. *Food Research International*, 43, 1824–1832.
- Nishiyama I., Yamashita Y., Yamanaka M., Shimohashi A., Fukuda T. y Oota T. (2004).** Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 5473–5475.
- Nishiyama I., Fukuda T., Shimohashi A. y Oota T. (2008).** Sugar and acid composition in the fruit juice of different *Actinidia* varieties. *Food Science and Technology Research.*, 14, 67–73.
- Park Y.S., Jung S.T. y Gorinstein S. (2006).** Ethylene treatment of *Hayward* kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) during ripening and its influence on ethylene biosynthesis and antioxidant activity. *Scientia Horticulturae*, 108, 22–28.
- Pérez A.G., Olias R., Espada J.M. y Sanz C. (1997).** Rapid determination of sugars, non-volatile acids, and ascorbic acids in strawberry and other fruits. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 45, 3545–3549.
- Peschel W., Sánchez-Rabaneda F., Diekmann W., Plescher A., Gartzía I. y Jiménez D. (2006).** An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry*, 97, 137–150.
- Rassam M. y Laing W. (2005).** Variation in ascorbic acid and oxalate levels in the fruit of *Actinidia chinensis* tissues and genotypes. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 53, 2322–2326.

- Rico C., Centelles E. y Pujola M. (1999).** Aplicación de HPLC to the determination of non volatile organic acids. Study on their formation in cold storage fruits. *Coden: Almacen*, 302, 101-103.
- Rinallo C. y Mori B. (2000).** Oxalate and ascorbic acid in kiwifruit during growth and storage. *Italian Journal of Food Science*, 12, 435-441.
- Ruffer H. P., Possner K., Brem S. y Rast D. M. (1984).** The physiological role of malic enzyme in grape ripening. *Planta*, 160, 444-448.
- Sahari M.A., Boostani M. y Hamidi E. Z. (2004).** Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. *Food Chemistry*, 86, 357-363.
- Selman J.D. (1983).** The vitamin C content of some kiwifruit (*Actinidia chinensis Planch.*, variety *Hayward*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47, 401-416.
- Tavarini S., Degl'Innocenti E., Remorini D., Massai R. y Guidi L. (2008).** Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of *Hayward* kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282-288.
- Tombesi A., Antognozzi E. y Palliotti A. (1993).** Influence of light exposure on characteristics and storage life of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 21, 85-90.
- UNE 87008:1992 (1992).** Análisis sensorial de alimentos. Metodología. Guía general (ISO 6658:1985). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- Vázquez-Oderiz M.L., Vázquez-Blanco M.E., López-Hernández J., Simal-Lozano J. y Romero-Rodríguez M.A. (1994).** Determination of organic acids and vitamin C in green beans by HPLC with simultaneous detection of two UV wavelengths. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 77, 1056-1059.
- Worthington V. (2001).** Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 7, 161-173.
- Woese K., Lange D., Boess C. Y Werner K. (1997).** A Comparison of Organically and Conventionally Grown Foods-Results of a Review of the Relevant Literature. *Journal of Science Food Agriculture*, 74, 281-293.
- Zhao Y.-H., Li X.-L., Jiang Z.-S., Wang C. J. y Yang F.L. (2007).** Organic acid metabolism in nectarine fruit development under protected cultivation. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 15, 87-89.
- Zolfaghari M., Ali-Sahari M., Barzegar M. y Samadloiy H. (2010).** Physicochemical and enzymatic properties of five kiwifruit cultivars during cold storage. *Food Bioprocess Technology*, 3, 239-246.

IV.3. AZÚCARES Y PARÁMETROS RELACIONADOS

1. Introducción

Diferentes parámetros, relacionados en su mayoría con el grado de madurez, contribuyen a la calidad de las frutas (Arazuri y col., 2005). Autores como Míguez y col. (2004) indican que los consumidores normalmente prefieren la fruta con sabor dulce. Como el sabor dulce depende del contenido en azúcares, los parámetros relacionados con el mismo serán buenos indicadores de la calidad de la fruta (Míguez y col., 2004 y Harker y col., 2009).

Muchos estudios han establecido que la medida del contenido en sólidos solubles o °Brix, es un buen método para medir el contenido en azúcar, en particular del kiwi (Crisosto y Crisosto, 2001, Burdon y col., 2007, Jordan y Seelye, 2009, Harker y col., 2009 y Kim y col., 2009). Autores como Burdon y col. (2004), Tavarini y col. (2008) y Barboni y col. (2010) indican que el °Brix es considerado como un factor importante en términos de calidad sensorial.

El °Brix se define como el contenido de sólidos solubles del zumo (jugo). Dado que gran parte de la materia seca en el momento de la cosecha es almidón y azúcares solubles, el valor del °Brix puede relacionarse con los azúcares solubles presentes en el fruto.

La determinación de la materia seca en kiwi ha sido propuesta como indicador de madurez en la cosecha del fruto y también como predictor de la calidad sensorial de la fruta madura (Burdon y col., 2004). Estos autores establecen una relación entre el contenido en materia seca de los frutos en el momento de la recogida y/o el contenido en sólidos solubles de los kiwis maduros.

Carvalho y Oliveira (2002) consideran que la concentración y composición de los azúcares tiene un papel importante en el flavor. Por su parte, Harker y col. (2009) indican que el contenido en materia seca puede predecir el flavor del producto.

Otra forma de estudiar la cantidad de azúcares es determinando la concentración de los principales carbohidratos presentes en el kiwi, éstos son glucosa, fructosa y sacarosa (MacRae y col., 1992).

Los azúcares se clasifican según el número de unidades monoméricas de las que están formados, así la glucosa y la fructosa son dos monosacáridos formados por una sola unidad monomérica, son llamados también azúcares simples. La sacarosa es un disacárido formado por dos monómeros α -glucosa y β -glucosa.

La glucosa es un monosacárido con fórmula empírica $C_6H_{12}O_6$, la misma que la de la fructosa pero con diferente posición relativa de los grupos $-OH$ y $O=$. Es una hexosa, es decir,

contiene 6 átomos de carbono. Además se trata de una aldosa porque contiene un grupo aldehído. En la figura IV.3.1 se pueden observar las diferentes presentaciones estructurales de la D-glucosa en forma lineal o cíclica. La forma cíclica, a su vez, presenta anómeros α y β . Estos anómeros no presentan diferencias en la composición estructural, pero sí diferentes características físicas y químicas.

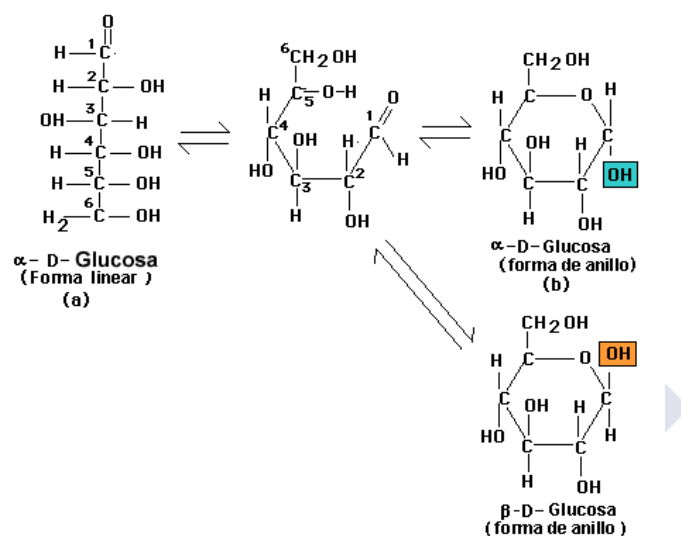


Figura IV.3.1. Diferentes representaciones de las formas lineal y cíclica de la D-glucosa

La fructosa es también un monosacárido con la misma fórmula empírica que la glucosa pero con diferente estructura. Se trata de una cetohexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono y un grupo cetónico. La figura IV.3.2 representa diferentes formas estructurales de la D-fructosa en forma lineal o cíclica. Igual que ocurre con la D-glucosa, la D-fructosa sufre una ciclación para dar las formas de furano y pirano (D-frutofuranosa y D-frutopiranosas) que a su vez se presentan como anómeros α y β .

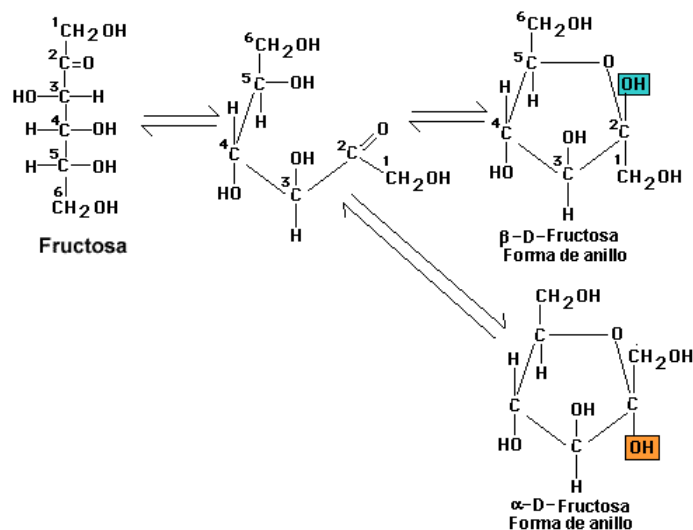


Figura IV.3.2. Diferentes representaciones de las formas lineal y cíclica de la D-fructosa

La sacarosa o azúcar común es un disacárido formado por α -glucosa y β -fructosa. Su nombre químico es α -D-glucopiranosil (1-2)- β -D-fructofuranósido y su fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$. En la figura IV.3.3 se puede observar una representación estructural de la sacarosa en forma cíclica.

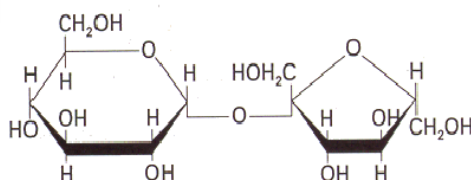


Figura IV.3.3. Estructura de la sacarosa

En cuanto a los métodos usados para la determinación de azúcares en fruta, una de las técnicas más utilizadas es la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Kafkas y col., 2006, García-Mariño y col., 2008 y Zheng y col., 2010) con detector de índice de refracción o Light Scattering (LS) (Barboni y Chiaramonti, 2006, Shin y col., 2007 y Usernik y col., 2007).

Es evidente que el contenido en azúcares y en sólidos solubles puede afectar a la percepción del sabor dulce del kiwi, la medida de este parámetro de calidad debe ser realizada mediante análisis sensorial. Desde sus primeras aplicaciones, el análisis sensorial descriptivo ha sido ampliamente usado para evaluar las características organolépticas de los alimentos (Esti y col., 1998, Marsh y col., 2006 y Vatthanakul y col., 2010).

La importancia del tiempo de almacenamiento en los kiwis está avalada por el elevado número de estudios realizados al respecto. En este sentido, se han realizado diferentes trabajos sobre azúcares en diferentes variedades (Boyes y col., 1996, Marsh y col., 2006 y Muir y col., 2009) y a lo largo del tiempo (Rinallo y Mori, 2000, Barboni y col., 2010 y Wang y col., 2011).

Sin embargo, no ha sido analizada la influencia de los diferentes sistemas de cultivo de las campañas de producción y del tiempo de almacenamiento sobre el contenido de azúcares y parámetros relacionados.

2. Objetivos

El objetivo de este capítulo es evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento y de los sistemas de cultivo (ecológico, convencional e integrado) en diferentes campañas de producción sobre distintos parámetros que determinan las características relacionadas con el dulzor (material seca, sólidos solubles, concentración de glucosa, fructosa, sacarosa y sabor dulce).

3. Material y métodos

3.1. Muestras

El experimento incluye los kiwis descritos en el capítulo III procedentes de tres sistemas de cultivo y de las campañas 07-08 y 08-09. Las muestras a analizar son las correspondientes a los muestreos establecidos en el capítulo anterior (Capítulo IV.2).

Todos los análisis se realizan por triplicado sobre un triturado de pasta homogeneizado obtenido a partir de 10 kiwis elegidos al azar sobre la muestra total. En la determinación de azúcares por HPLC, las muestras peladas y homogeneizadas son liofilizadas y almacenadas hasta su análisis. En el caso del análisis sensorial y de la determinación °Brix, los kiwis enteros, también escogidos al azar, se mantienen sin ningún tipo de preparación para su posterior análisis.

3.2. Determinación del contenido en materia seca y sólidos solubles

La materia seca se determina mediante liofilización de la muestra, proceso en el que se elimina el agua del producto, previa congelación y sublimación del hielo formado, de acuerdo a Simal-Lozano y col. (1986), Board (1989) y Sotelo y col. (1998). Se realizan tres determinaciones de materia seca para cada tipo de cultivo y muestreo. Los resultados son expresados en porcentaje.

El material y aparatos usados se resumen a continuación:

- Balanza electrónica de precisión, Scaltec, modelo SBA 31, precisión 0.01 g.
- Cápsulas de acero inoxidable.
- Desecador, CSN Simax.
- Equipo de liofilización freeze dry/sel freeze system, Labconco, modelo 77535-01 con bomba de vacío RV5 Bo Edwards.
- Estufa de desecación, Indelab.
- Picadora, Moulinex, modelo D56.
- Recipientes de plástico.

Los sólidos solubles del kiwi se miden en 10 kiwis frescos utilizando un refractómetro con escala de 0 a 32%, Labolan S.L., modelo 301, precisión 0.2 Brix, de acuerdo a AOAC (2005), White y col. (2005), Feng y col. (2006) y Fisk y col. (2006).

El material y aparatos usados se resumen a continuación:

- Agitador termomagnético, Velp Scientifica.
- Balanza electrónica de precisión, Scaltec, modelo SBA 31, precisión centésimo de gramo.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Picadora, Moulinex, modelo D56.
- Refractómetro con escala Brix 0 – 32%, Labolan, S.L., modelo 301, precisión 0.2%.

3.3. Determinación del contenido en glucosa, fructosa y sacarosa

Los azúcares son analizados en un HPLC (Jasco, Ternary Gradient Unit LG-2080-02 y HPLC Pump PU-2080 plus) en fase reversa, con columna Spherisorb S5NH₂, Waters, (250.0 x 4.6 mm, 5 µm) controlada termostáticamente a 30 °C acoplada a una precolumna Spherisorb S5NH₂ Waters. (10.0 x 4.6 mm. 5 µm). El detector utilizado es un "light scattering" (ELSD Eurosep Instruments), (Jasco, modelo LG 2080-02) (Tª evaporación; 80 °C, presión de nitrógeno: 1.5 bar y voltaje: 500v.). La fase móvil es acetonitrilo/agua 85:15 (v/v) en régimen isocrático a un flujo de 1.5 mL/min. El volumen de inyección es de 20 µL (Xiaoli y col., 2008). En estas condiciones, los tiempos de retención obtenidos son de 9.5 minutos para la fructosa, 10.5 minutos para la glucosa y 17.5 minutos para la sacarosa (figura IV.3.4), superiores a los indicados por Garcia-Mariño y col. (2008). El programa informático utilizado es el Borwin Chromatography Software, Jasco versión 1.5.

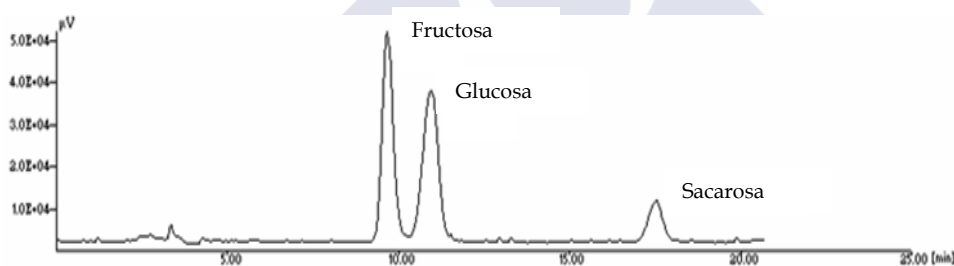


Figura IV.3.4. Cromatograma de una muestra de kiwi de producción convencional

El resto del material y aparatos usados se resumen a continuación:

- Agitador termomagnético, Velp Scientifica.
- Balanza analítica, Adam Equipment, modelo ADP 3100/L.
- Balanza electrónica de precisión, Scaltec, modelo SBA 31, precisión 0.01 g.
- Desgasificador de Helio comprimido, Carbueros metálicos.
- Condensador liebong.
- Filtros de jeringa de nylon de 0.2 µm, Waters.
- Jeringa de 50 µL, SGE, Scharlab S.L.
- Micropipeta de 1000 µL, Gilson, modelo P73845L
- Nitrógeno comprimido, Carbueros Metálicos S.A.
- Papel filtro, Albet, No. 135.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.

Los reactivos usados son los siguientes:

- Acetonitrilo grado analítico, Panreac, Cód. 2211881.1612.
- Agua Milli-Q (sistema purificador Millipore y Milli-Q plus).
- D-(-)-Fructosa, Merck, Cód. 1.04007.1000.
- D-(+)-Glucosa, Merck, Cód. 1.08346.1000.
- Etanol absoluto, Panreac, Cód. 361086.1612.
- Sacarosa, Merck, Cód. 1.07687.1000.
- Solución de etanol al 80%.

La extracción de la muestra se lleva a cabo con una solución de etanol al 80% (v/v), que se mantiene a ebullición a reflujo y agitación constante durante 30 minutos (Míguez y col., 2004 y Xiaoli y col., 2008).

Para la cuantificación se aplica el método de calibración externa con disoluciones preparadas a partir de patrones (Merck) de glucosa (0.2 – 2.2 mg mL⁻¹), de fructosa (0.2 – 2.2 mg mL⁻¹) y de sacarosa (0.2 – 2.3 mg mL⁻¹).

A partir de las áreas obtenidas con los patrones de glucosa (0.2, 0.4, 0.6, 0.9, 1.3, 1.80 y 2.2 mg mL⁻¹), de fructosa (0.2, 0.4, 0.5, 0.9, 1.3, 1.8, y 2.2 mg mL⁻¹) y de sacarosa (0.2, 0.5, 0.6, 0.9, 1.4, 1.9, y 2.3 mg mL⁻¹) se obtiene la recta de calibrado respectiva para cada azúcar (figuras IV.3.5., IV.3.6 y IV.3.7).

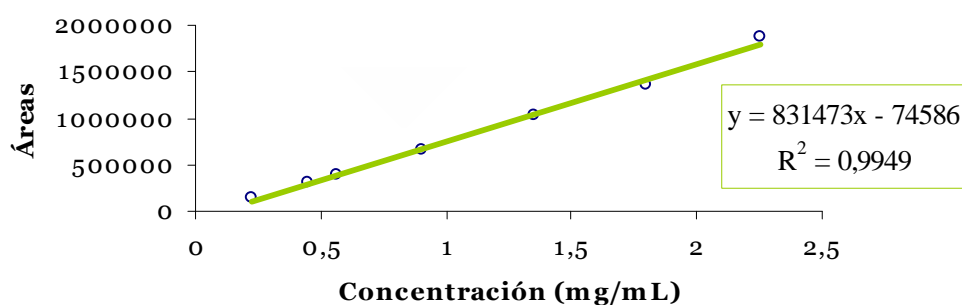


Figura IV.3.5. Recta de calibrado para la glucosa

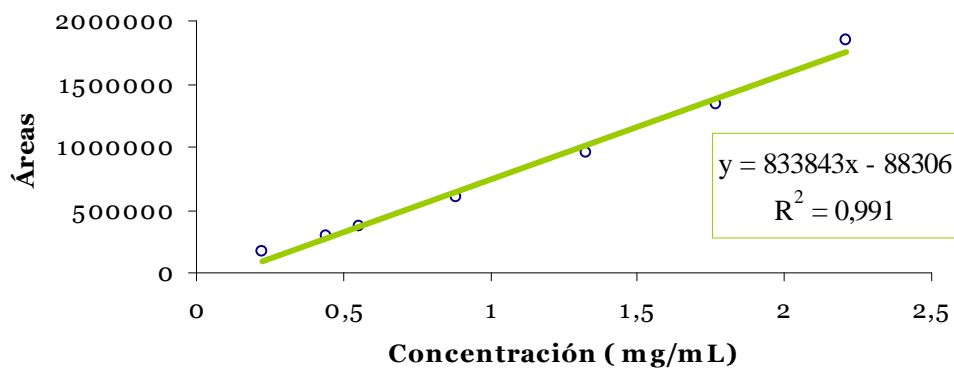


Figura IV.3.6. Recta de calibrado para la fructosa

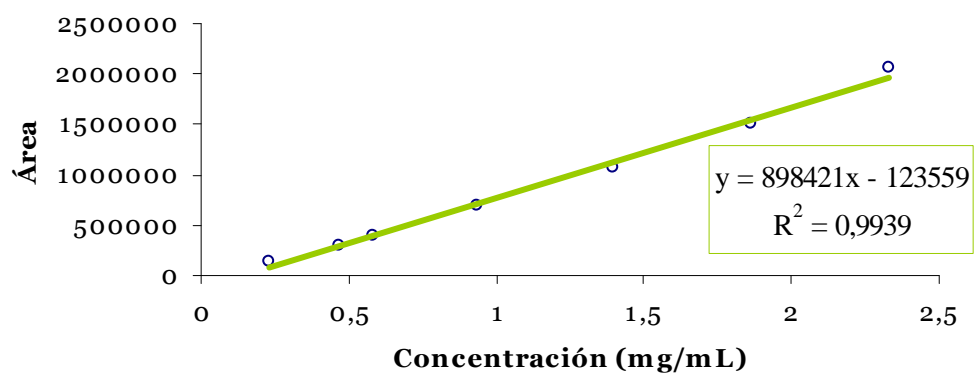


Figura IV.3.7. Recta de calibrado para la sacarosa

3.4. Determinación sensorial del sabor dulce

El método usado para la valoración sensorial queda definido en el capítulo IV.2. El sabor dulce es un sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o sintéticas como la sacarosa o el aspartamo.

El rango de percepción de sabor dulce en kiwi se establece en una concentración de sacarosa que va desde 7.20 g L⁻¹ a 24.0 g L⁻¹. Para la evaluación de este atributo se utiliza una escala no estructurada de 10 cm, en la que el catador debe de indicar el punto que corresponde a la magnitud percibida, siguiendo las instrucciones que corresponden a la evaluación del descriptor y considerando la sensación percibida.

Los reactivos utilizados son los siguientes:

- Agua destilada
- Sacarosa, Panreac, Cód. 131621

3.5. Análisis estadístico

Los datos son evaluados estadísticamente mediante dos ANOVA de 2 factores tiempo de almacenamiento y cultivo con interacción y cultivo y año de campaña con interacción. En los casos en los que existe efecto de la interacción, se analiza cada uno de los factores de forma independiente, es decir, aplicando un ANOVA de 1 factor (cultivo para cada tiempo de almacenamiento, tiempo de almacenamiento para cada campaña y/o cultivo para cada campaña). Las diferencias estadísticas son evaluadas con la prueba de Tukey considerando efecto significativo para un valor de $p < 0.05$. Para la realización del análisis se usa el paquete estadístico PASW versión 18 para Windows (Martin, 2007).

4. Resultados y discusión

4.1. Azúcares y parámetros relacionados de los kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivo y a lo largo del tiempo de almacenamiento

Los valores medios y desviaciones estándar obtenidos para los parámetros analizados en los kiwis procedentes de cada sistema de cultivo y a lo largo del tiempo de almacenamiento durante dos campañas de producción (07-08 y 08-09) se recogen en las tablas IV.3.1 y IV.3.2.

Tabla IV.3.1. Determinación (media \pm desviación estándar) de materia seca, °Brix, concentración de azúcares y sabor dulce. Campaña 07-08

Muestreo	Cultivo ¹	Materia Seca	°Brix	Fructosa ²	Glucosa ²	Sacarosa ²	Sabor dulce
1	C	18.7 \pm 0.3	15.5 \pm 0.7	5.2 \pm 0.0	5.6 \pm 0.0	1.8 \pm 0.1	6.4 \pm 0.9
	I	17.1 \pm 0.2	14.7 \pm 0.9	3.9 \pm 0.0	3.9 \pm 0.1	1.1 \pm 0.0	5.5 \pm 2.0
	E	17.8 \pm 0.5	13.5 \pm 1.0	4.4 \pm 0.0	4.6 \pm 0.1	1.2 \pm 0.0	4.5 \pm 1.8
2	C	19.8 \pm 0.1	15.3 \pm 0.9	5.3 \pm 0.2	5.5 \pm 0.1	1.8 \pm 0.0	6.5 \pm 1.5
	I	17.6 \pm 0.9	14.5 \pm 0.6	4.2 \pm 0.0	4.5 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	6.1 \pm 1.1
	E	18.2 \pm 0.0	14.8 \pm 1.4	4.1 \pm 0.1	4.3 \pm 0.1	1.4 \pm 0.0	4.4 \pm 1.6
3	C	19.2 \pm 0.1	15.5 \pm 0.6	5.1 \pm 0.1	5.2 \pm 0.1	1.7 \pm 0.0	6.0 \pm 1.3
	I	18.0 \pm 0.0	14.6 \pm 0.6	4.0 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1	5.4 \pm 1.8
	E	18.3 \pm 0.1	14.2 \pm 0.7	4.2 \pm 0.0	4.1 \pm 0.0	1.4 \pm 0.0	5.2 \pm 1.8
4	C	18.6 \pm 0.1	15.3 \pm 1.1	5.1 \pm 0.1	5.0 \pm 0.1	1.4 \pm 0.0	6.7 \pm 1.4
	I	17.1 \pm 0.0	13.9 \pm 0.7	3.8 \pm 0.1	3.7 \pm 0.0	1.1 \pm 0.0	4.8 \pm 1.7
	E	17.9 \pm 0.0	14.6 \pm 1.7	3.9 \pm 0.1	3.9 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	3.7 \pm 1.5
5	C	17.9 \pm 0.0	15.0 \pm 0.5	5.0 \pm 0.2	4.7 \pm 0.0	1.4 \pm 0.1	6.8 \pm 0.9
	I	18.0 \pm 0.0	14.9 \pm 0.6	4.2 \pm 0.1	3.9 \pm 0.1	1.1 \pm 0.0	6.0 \pm 1.2
	E	18.5 \pm 0.0	15.0 \pm 0.9	4.3 \pm 0.1	4.0 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0	5.7 \pm 1.3
6	C	17.6 \pm 0.1	15.6 \pm 1.0	5.1 \pm 0.1	4.9 \pm 0.1	1.4 \pm 0.0	6.8 \pm 1.3
	I	17.3 \pm 0.0	15.7 \pm 0.8	3.9 \pm 0.0	3.4 \pm 0.0	1.1 \pm 0.0	6.5 \pm 1.5
	E	17.7 \pm 0.0	14.2 \pm 1.0	4.2 \pm 0.1	3.8 \pm 0.1	1.1 \pm 0.0	4.2 \pm 2.2

Tabla IV.2.2. Determinación (media \pm desviación estándar) de materia seca, °Brix, concentración de azúcares y sabor dulce. Campaña 08-09

Muestreo	Cultivo ¹	Materia Seca	°Brix	Fructosa ²	Glucosa ²	Sacarosa ²	Sabor dulce
1	C	18.4 \pm 0.6	13.6 \pm 1.3	4.0 \pm 0.1	4.4 \pm 0.3	1.4 \pm 0.0	4.2 \pm 2.6
	I	17.7 \pm 0.9	14.7 \pm 0.7	3.8 \pm 0.1	4.1 \pm 0.0	1.4 \pm 0.1	5.3 \pm 1.4
	E	16.6 \pm 0.3	12.9 \pm 1.0	4.0 \pm 0.1	4.2 \pm 0.0	1.8 \pm 0.0	4.2 \pm 2.2
2	C	16.8 \pm 0.6	12.9 \pm 0.7	3.8 \pm 0.3	4.0 \pm 0.2	1.1 \pm 0.0	4.7 \pm 1.6
	I	17.1 \pm 0.4	14.2 \pm 1.0	4.0 \pm 0.1	4.2 \pm 0.1	1.3 \pm 0.0	4.5 \pm 1.8
	E	15.4 \pm 1.0	13.1 \pm 1.2	4.0 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1	1.1 \pm 0.1	4.4 \pm 1.9
3	C	15.2 \pm 0.5	12.9 \pm 1.2	3.7 \pm 0.2	3.8 \pm 0.2	1.1 \pm 0.0	6.0 \pm 1.4
	I	18.4 \pm 0.4	14.9 \pm 0.7	4.1 \pm 0.1	4.3 \pm 0.3	1.3 \pm 0.1	5.8 \pm 1.6
	E	17.7 \pm 1.9	14.3 \pm 0.8	4.0 \pm 0.0	4.1 \pm 0.2	1.5 \pm 0.0	5.9 \pm 2.1

¹C: convencional; I: integrado; E: ecológico; ²mg 100g-1 muestra fresca

El contenido en materia seca, teniendo en cuenta los datos recogidos en las dos campañas de muestreos, se encuentra comprendido entre 15.4 y 19.8%. Estos valores coinciden con los encontrados por otros autores como Marsh y col. (2004) y Simal y col. (2005) en variedad *Hayward*.

El contenido en sólidos solubles se encuentra entre 12.9 y 15.6 °Brix. Los mismos resultados han sido reportados por otros autores (Cotter y col., 1991, Paterson y col., 1991, Serra y col., 1997, Crisosto y Crisosto, 2001, Soufleros y col., 2001, Rocculi y col., 2003 y Simal y col., 2005) en muestras de kiwi fresco.

En cuanto al contenido en azúcares se observa que el kiwi presenta concentraciones similares de glucosa y fructosa y superiores a la concentración de sacarosa. Estos resultados confirman lo encontrado por Castaldo y col. (1992) y Esti y col. (1998), en la variedad *Actinidia chinensis*, Barboni y col. (2010) en muestras de diferentes genotipos de *Actinidia chinensis* y Zolfaghari y col. (2010) en *Actinidia deliciosa*.

La fructosa presenta valores entre 3.7 y 5.3 g 100 g⁻¹ de muestra fresca. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Clark y col. (1998) y Nishiyama y col. (2008) en distintas variedades de kiwi fresco. Por otro lado, Zolfaghari y col. (2010) encuentran para la variedad *Hayward* valores inferiores (entre 1.1 y 1.3 g 100 g⁻¹ de muestra fresca) y Barboni y col. (2010) indican valores de fructosa de entre 0.5 y 2.1 g 100 g⁻¹ de muestra fresca en diferentes genotipos de *Actinidia chinensis*.

El contenido en glucosa, con valores de entre 3.4 y 5.6 g 100 g⁻¹ de muestra fresca, concuerda con el encontrado por Clark y col. (1998) y Nishiyama y col. (2008). Zolfaghari y col. (2010) estudian diferentes variedades a lo largo del tiempo de almacenamiento y para la variedad *Hayward* encuentran valores superiores.

El kiwi presenta valores similares de sacarosa (1.1 y 1.8 g 100 g⁻¹ de muestra fresca) a los indicados por otros autores como Clark y col. (1998) y Nishiyama y col. (2008) en muestras de kiwi fresco. Por otro lado, Zolfaghari y col. (2010) estudian diferentes variedades a lo largo del tiempo de almacenamiento y para la variedad *Hayward* encuentran, en la primera semana de estudio, un contenido en sacarosa de 3.9 g 100 g⁻¹ de muestra fresca y ausencia de la misma tras valorarlo a las 18 semanas de almacenamiento. Barboni y col. (2010) indican valores de 0.1 y 0.4 g 100 g⁻¹ de muestra fresca en diferentes genotipos de *Actinidia chinensis*.

El sabor dulce, evaluado mediante análisis sensorial se encuentra entre 4.2 y 6.8, lo cual indica que el sabor dulce está en un nivel de intensidad medio. Marsh y col. (2004) en

kiwis de diferentes variedades, encuentran valores de sabor dulce de 89.1 (en una escala del 0 a 150) en muestras de la variedad *Hayward* almacenados a una temperatura de 0 °C.

En general, se observa que los kiwis que presentan valores altos de sabor dulce también poseen los valores más altos de materia seca, °Brix y concentración de azúcares. Harker y col. (2009) señalan que los kiwis de las variedades *Hayward* y *Hort 16*, con valores altos de materia seca, son más dulces que los kiwis con valores bajos de materia seca. Por el contrario, Wang y col. (2011), en las mismas variedades, indican que el aumento de la intensidad del sabor dulce no se relaciona con cambios en los valores de materia seca.

4.2 Influencia del tiempo de almacenamiento sobre los azúcares y parámetros relacionados

En la campaña 07-08 se realizaron, a lo largo del tiempo de almacenamiento del kiwi, 6 muestreos entre los meses de enero y junio para cada tipo de cultivo (ecológico, convencional e integrado). La tabla IV.3.3 recoge los resultados del análisis de la varianza de 2 factores (tiempo y cultivo) con interacción para todas las variables estudiadas.

Tabla IV.3.3. Resultados del ANOVA de 2 factores (tiempo y cultivo), con interacción

	p-valor (tiempo)	p-valor (cultivo)	p-valor (t x c)
Materia Seca	***	***	***
° Brix	***	***	***
Glucosa	***	***	***
Fructosa	***	***	***
Sacarosa	***	***	***
Sabor dulce	ns	***	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Se observa que la interacción es significativa para todas las variables estudiadas, salvo para el sabor dulce. Por ello, se procede a realizar ANOVA de 1 factor (tiempo) para cada cultivo. Los resultados del p-valor se recogen en la tabla IV.3.4.

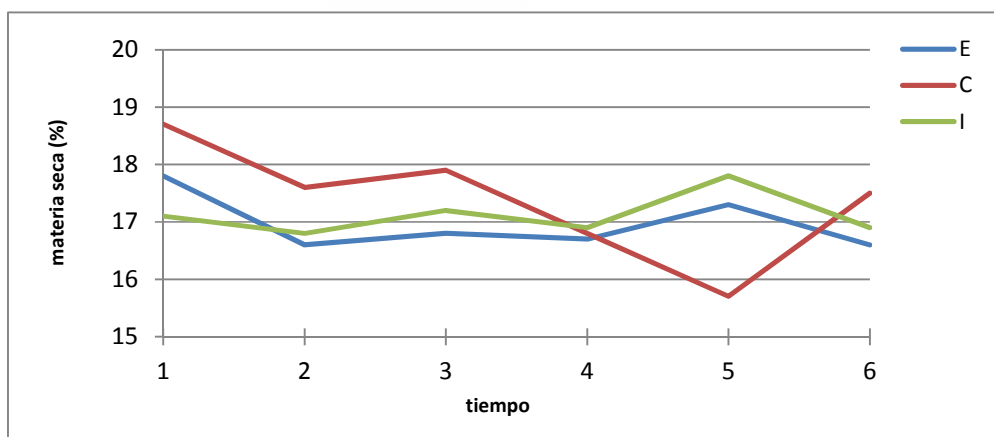
Tabla IV.3.4. Resultados del p-valor del ANOVA de 1 factor (tiempo) para cada sistema de cultivo

	Convencional	Integrado	Ecológico
Materia seca	***	*	ns
° Brix	ns	***	**
Glucosa	***	***	***
Fructosa	ns	**	*
Sacarosa	***	*	***
Sabor dulce	ns	ns	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Se puede observar en la tabla IV.3.4 que, en cuanto al factor tiempo, se encuentran diferencias significativas en la materia seca de los kiwis procedentes de los cultivos convencional e integrado. El °Brix es significativo para los kiwis de los cultivos integrado y ecológico. En el caso de los azúcares se da un efecto significativo en todos los cultivos excepto en la concentración de fructosa para el cultivo convencional. Asimismo, se observa que no hay efecto del tiempo de almacenamiento sobre la variable del sabor dulce en ninguno de los kiwis analizados.

Las figuras IV.3.8, IV.3.9 y IV.3.10 muestran los valores medios de aquellos parámetros en los que se observa efecto significativo del tiempo de almacenamiento.

**Figura IV.3.8.** Evolución de la materia seca a lo largo del tiempo de almacenamiento

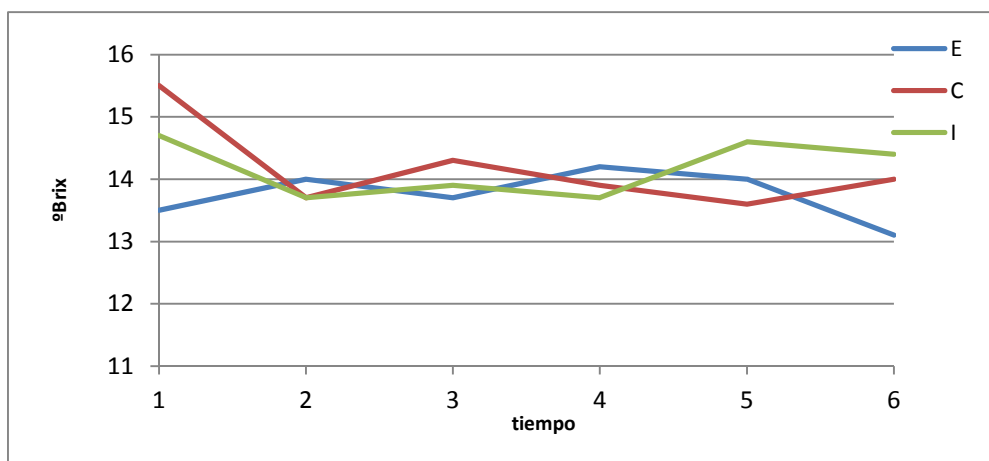


Figura IV.3.9. Evolución del °Brix a lo largo del tiempo de almacenamiento

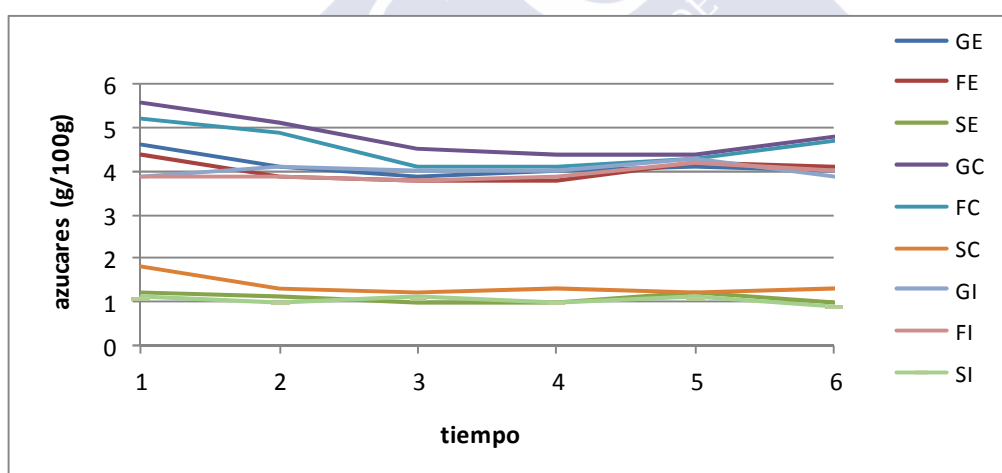


Figura IV.3.10. Evolución de la glucosa (G), fructosa (F) y sacarosa (S) a lo largo del tiempo de almacenamiento para los kiwis de producción ecológica (E), convencional (C) e integrada (I).

De los resultados se puede deducir que, si bien existen diferencias significativas, las variaciones a lo largo del tiempo oscilan dentro de unos rangos muy pequeños. Estas pequeñas variaciones justifican la ausencia de modificaciones del sabor dulce medido por el panel de catadores.

4.3. Influencia del tipo de cultivo y de la campaña de producción sobre los azúcares y parámetros relacionados

Puesto que las variaciones encontradas a lo largo del tiempo de almacenamiento son mínimas, se decide repetir el estudio en la campaña siguiente, con los mismos productores de kiwi pero realizando únicamente 3 muestreos. En este caso se trata de evaluar también el efecto del año de producción sobre las características de los kiwis procedentes de los 3 tipos de cultivo. Para ello se analizan los valores medios de 3 muestreos consecutivos y en las campañas correspondientes a la del 07-08 y 08-09. En la tabla IV.3.5 se muestran los resultados del análisis de la varianza de 2 factores (cultivo y campaña) con interacción para todas las variables medidas.

Tabla IV.3.5. Resultados del ANOVA de 2 factores (cultivo y campaña) con interacción

	p-valor (cultivo)	p-valor (campaña)	p-valor (c x c)
Materia seca	ns	**	ns
° Brix	*	***	ns
Glucosa	***	*	***
Fructosa	***	***	***
Sacarosa	***	ns	***
Sabor dulce	*	ns	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Tal y como se puede observar en la tabla, el valor de la interacción es significativo para tres de las variables estudiadas. Se procede, por tanto, a aplicar el ANOVA de 1 factor (cultivo) para cada campaña en estas variables significativas. Los resultados del p-valor se recogen en la tabla IV.3.6.

Tabla IV.3.6. Resultados del p-valor del ANOVA de 1 factor (cultivo)

	07-08	08-09
Glucosa	***	ns
Fructosa	***	ns
Sacarosa	***	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Los resultados indican que en la campaña 08-09 no hay diferencias en el contenido de azúcares entre los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo. Mediante la prueba del test de Tukey ($p < 0.05$), se estudian las diferencias encontradas en la campaña 07-08 (tabla IV.3.7)

Tabla IV.3.7. Resultados de la media de glucosa, fructosa, sacarosa en la campaña 07-08 y prueba de Tukey para el factor cultivo¹

Cultivo	Glucosa ²	Fructosa ²	Sacarosa ²
Convencional	5.0 b	5.1 b	1.5 b
Integrado	3.9 a	4.0 a	1.1 a
Ecológico	4.0 a	4.1 a	1.3 a

¹diferentes letras en la misma columna indican diferencias entre cultivos (p<0.05)

² mg 100 g-1 muestra fresca

En la campaña 07-08 los kiwis procedentes del cultivo convencional presentan mayor contenido en fructosa, glucosa y sacarosa. Por otro lado, los kiwis de cultivo ecológico e integrado presentan valores similares entre ellos.

Amodio y col. (2007) comparan la concentración de glucosa, fructosa y sacarosa y °Brix cuando los kiwis procedentes de cultivo ecológico y convencional se conservan a dos temperaturas distintas, y observan que no hay diferencias significativas entre los distintos cultivos.

En el °Brix y en el sabor dulce, no se observa efecto significativo de la interacción (tabla IV.3.5), pero sí existen diferencias significativas en cuanto al factor cultivo. Se analizan las diferencias entre cultivos mediante el test de Tukey (tabla IV.3.8). En el caso del °Brix, el test de Tukey no es capaz de situar dichas diferencias. En cuanto al sabor dulce, el test de Tukey indica que, al igual que en el caso de glucosa, fructosa y sacarosa, el kiwi de producción convencional se diferencia del de producción ecológica por presentar los valores mayores.

Tabla IV.3.8. Resultados de la media del °Brix y sabor dulce de las campañas 07-08 y 08-09 y prueba de Tukey para el factor cultivo¹

Cultivo	°Brix	Sabor dulce
Convencional	14,8 a	6.0 b
Integrado	14,7 a	5.5 b
Ecológico	14,1 a	4.5 a

¹diferentes letras en la misma columna indican diferencias entre cultivos (p<0.05)

Respecto al efecto de la campaña, los resultados obtenidos muestran que el año de recogida de las muestras influye sobre algunos de los parámetros estudiados (tabla IV.3.5) lo que puede ser debido a factores no controlables como son la temperatura, heladas, precipitaciones, etc. Hassal y col. (1998) también estudian la influencia del cultivo del kiwi sobre la materia seca y encontraron efecto significativo del factor campaña de producción. Latocha y col. (2011) que estudian el efecto de la campaña sobre los kiwis, encuentran diferencias significativas tanto en parámetros físico-químicos como en sensoriales.

5. Conclusiones

A lo largo del tiempo de almacenamiento en cámara, los kiwis sufren ligeras modificaciones en el contenido de azúcares.

El kiwi de producción convencional presenta valores ligeramente superiores de glucosa, fructosa, sacarosa y sabor dulce.

El año de campaña influye significativamente sobre los parámetros analizados.

6. Bibliografía

Amodio M., Colelli G., Hasey J. y Kader A. (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1228-1236.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis of AOAC International. 2005. 17th Edition. Editorial Current through Revision # 1. Gaithersburg, USA.

Arazuri S., Jarén C. y Arana J. (2005). Selection of the temperature in the sugar content determination of kiwifruit. *International Journal of Infrared and Millimeter waves*, 26, 607-616.

Barboni T. y Chiaramonti N. (2006). Use of Deconvolution Methods for the análisis of Sugars in Kiwi Juice. *Chromatographia*, 63, 445-448.

Barboni T., Cannaca M. y Chiaramonti N. (2010). Effect of cold storage and ozone treatment on physicochemical parameters, soluble sugars and organic acids in *Actinidia deliciosa*. *Food Chemistry*, 121, 946-951.

Board P.W. (1989). Control de calidad en la elaboración de frutas y hortalizas. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia.

- Boyes S., Strübi P. y Marsh H. (1996).** Sugar and Organic Acid Analysis of *Actinidia arguta* and Rootstock-Scion Combinations of *Actinidia arguta*. *Technology.*, 3, 390-397.
- Burdon J., McLeod D., Lallu N., Gamble J., Petley M. y Gunson A. (2004).** Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biology and Technology*, 34, 245-255.
- Burdon J., Lallu N., Francis K. y Boldingh H. (2007).** The susceptibility of kiwifruit to low temperature breakdown is associated with pre-harvest temperatures and at-harvest soluble solids content. *Postharvest Biology and Technology*, 43, 283-290.
- Carvalho A.V. y Oliveira L.C. (2002).** Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 679-685.
- Castaldo D., Lo-Voi. A, Trifiro A. y Gherardi S. (1992).** Composition of italian kiwi (*Actinidia chinensis*) puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4, 594-598.
- Clark C. J., Drummond L. N. y MacFall J. S. (1998).** Quantitative NMR imaging of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during growth and ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78, 349-358.
- Crisosto C.H. y Crisosto G.M. (2001).** Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 205-213.
- Cotter R.L., MacCrae E.A., Ferguson A.R., McMath K.L. y Brennan C.J. (1991).** A comparison of the ripening. Storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruit. *Journal of Horticultural Science*, 66, 291-300.
- Esti M., Messia M.C., Bertocchi P., Sinesio F., Moneta E., Nicota A., Fantehi P. y Palleschi G. (1998).** Chemical compounds and sensor assessment of kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Planch.) var. *chinensis*): electrochemical and multivariate analysis. *Food Chemistry*, 61, 293-300.
- Feng J., Maguire K.M. y MacKay B.R. (2006).** Discriminating batches of 'Hayward' kiwifruit for storage potential. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 128-134.
- Fisk C.L., McDaniel M.R., Strik B.C. y Zhao Y. (2006).** Physicochemical, sensory, and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') as affected by harvest maturity and storage. *Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 71, 204-210.
- García-Mariño N., De la Torre. y Matilla A.J. (2008).** Organic Acids and Soluble Sugars in Edible and Nonedible Parts of Damson Plum Fruits During Development and Ripening. *Food Science and Technology International*, 14, 187-193.

- Harker F.R., Carr B.T., Lenjo M., MacRae E.A., Wismer W.V., Marsh K.B., Williams M., White A., Lund C.M., Walker S.B., Gunson F.A. y Pereira R.B. (2009). Consumer liking for kiwifruit flavour: A meta-analysis of five studies on fruit quality. *Food Quality and Preference*, 20, 30-41.
- Hassal A.K., Pringle G.J. y MacRae E.A. (1998). Development, maturation, and postharvest responses of *Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch, ex Miq. Fruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 26, 95-108.
- Jordan R. y Seelye R. (2009). Relationship between taste perception, density and soluble solids concentration in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37, 303-317.
- Kafkas E., Kosar M., Turemis N. y Baser K.H.C. (2006). Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *Food Chemistry*, 97, 732-736.
- Kim J., Beppu K. y Kataoka I. (2009). Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. *Scientia Horticulturae*, 120, 551-554.
- Latocha P., Jankowski P. y Radzanow (2011). Genotypic difference in postharvest characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrids), as a new commercial crop. Part I. Sensory profiling and physicochemical differences. *Food Research Internacional*, 44, 1936-1945.
- MacRae E., Quick P., Benker C. y Stitt M. (1992). Carbohydrate metabolism during post-harvest ripening in kiwifruit. *Planta*, 188, 314-323.
- Marsh K.B., Attanayake S., Walker S., Gunson A., Boldingh H., MacRae E. (2004). Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 159-168.
- Marsh K.B., Friel E.N., Gunson A., Lund C. y MacRae E. (2006). Perception of flavour in standardised fruit pulps with additions of acids or sugars. *Food Quality and Preference*, 17, 376-386.
- Martin Martin Q. (2007). Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.
- Míguez M., De la Montaña J. y García J. (2004). HPLC determination of sugars in varieties of chestnut fruits from Galicia (Spain). *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 63-67.
- Muir J., Rose R., Rosella O., Liels K., Barrett J., Shepherd S. y Gibson P. (2009). Measurement of Short-Chain Carbohydrates in Common Australian Vegetables and Fruits by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 554-565.

- Nishiyama I., Fukuda T., Shimohashi A. y Oota T. (2008).** Sugar and organic acid composition in the fruit juice of different *Actinidia* varieties. *Food Science and Technology Research*, 14, 67-73.
- Paterson V. J., Macrae E. A. y Young H. (1991).** Relationships between sensory properties and chemical composition of kiwifruit. *Journal of Science of Food Agriculture*, 57, 235-251.
- Rinallo C. y Mori B. (2000).** Oxalate and ascorbic acid in kiwifruit during growth and storage. *Italian Journal of Food Science*, 12, 435-441.
- Rocculi P., Romani S., Rosa M. D. y Tonizzo A. (2003).** Evoluzione di parametri chimico-fisici di kiwifruit "ready to eat" in differenti atmosfere. *Industrie Alimentari*, 42, 479-486.
- Serra Bonvehí J., Escola Jordà R and Adillon Jaen J. (1997).** The ripening process of kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) grown in catalonia. *Journal of Food Quality*, 20, 381-389.
- Shin Y. S., Park S.D. y Kim J. H. (2007).** Influence of pollination methods on fruit development and sugar contents of oriental melon (*Cucumis melo* L. cv. Sagyejeol-Ggul). *Scientia Horticulturae*, 112, 388-392.
- Simal-Lozano J., López-Hernández J. y Vázquez-Odériz M.L. (1986).** Contribución al estudio sobre el Pimiento de Padrón. II – Determinación de humedad. *Técnicas de Laboratorio*, 132, 449-452.
- Simal S., Femenia A., Cárcel J. A. y Rosselló C. (2005).** Mathematical modelling of the drying curves of kiwi fruits: influence of the ripening stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 425-432.
- Sotelo A., Contreras E., Sousa H. y Hernández V. (1998).** Nutrient composition and toxic factor content of four wild species of mexican potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1355-1358.
- Soufleros E. H., Pissa I., Petridis D., Lygerakis M., Mermelas K., Boukouvalas G. y Tsimitakis E. (2001).** Instrumental analysis of volatile and other compounds of Greek kiwi wine; sensory evaluation and optimisation of its composition. *Food Chemistry*, 75, 487-500.
- Tavarini S., Degl'Innocenti E., Remorini D., Massai R. y Guidi L. (2008).** Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and caroteneoids changes during harvest and after storage of *Hayward* kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282-288.
- Usenik V., Fabčiča J. y Štampara F. (2007).** Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107, 185-192.

- Vatthanakul S., Jangchud A., Jangchud K., Therdthai N. y Wilkinson B. (2010).** Gold kiwifruit leather product development using Quality function deployment approach. *Food Quality and Preference*, 21, 339-345.
- Wang M. Y., MacRae E., Wohlers M. y Marsh K. (2011).** Changes in volatile production and sensory quality of kiwifruit during fruit maturation in *Actinidia deliciosa* 'Hayward' and *A. chinensis* 'Hort16A'. *Postharvest Biology and Technology*, 59, 16-24.
- White A., Nihal de Silva H., Requejo-Tapia C. y Harker F.R. (2005).** Evaluation of softening characteristics of fruit from 14 species of *Actinidia*. *Postharvest Biology and Technology*, 35, 143-151.
- Xiaoli X., Liyi Y., Shuang H., Wei L., Yi S., Hao M., Jusong Z. y Xiaoxiong Z. (2008).** Determination of oligosaccharide contents in 19 cultivars of chickpea seeds by high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, 111, 215-219.
- Zheng G.Q., Zheng Z.Y., Xu X. y Hu Z.H. (2010).** Variation in fruit sugar composition of *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. of different regions and varieties. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38, 275-284.
- Zolfaghari M., Ali-Sahari M., Barzegar M. y Samadloiy H. (2010).** Physicochemical and enzymatic properties of five kiwifruit cultivars during cold storage. *Food Bioprocess Technology*, 3, 239-246.

IV.4. COMPUESTOS DE COLOR Y PARÁMETROS RELACIONADOS

1. Introducción

El color es un atributo relevante en la determinación de la calidad de los productos hortofrutícolas (Kang y col., 2008). Los consumidores tienden a asociar el color con el sabor, la seguridad, el tiempo de almacenamiento, la nutrición y el nivel de satisfacción, por el hecho de que se correlaciona bien con propiedades físicas, químicas y sensoriales de calidad de los alimentos (Pedreschi y col., 2006).

Estudios realizados sobre la influencia que ejerce el color en la percepción del consumidor demuestran la importancia del mismo, así Maga (1974) indica que el consumidor asocia el color a diferentes estados de maduración de la fruta. Dubose y col. (1980) observan que incluso el color puede influir en la percepción de otros atributos sensoriales como el sabor. Zampini y col. (2008) concluyen que cambios en el color de una bebida pueden provocar una disminución significativa en la capacidad de identificación de su sabor.

Según la Norma UNE-EN ISO 5492:2010, la percepción del color se define como la sensación de tono, saturación y claridad inducida por la estimulación de la retina por ondas luminosas de varias longitudes de onda. Estas tres sensaciones son las responsables de la naturaleza tridimensional del color. La medición de color por el sistema CIELab, a través de los parámetros L^* , a^* y b^* , examina un área extensa de muestra utilizando filtros de color especializados y detectores luminosos que simulan la sensibilidad humana para detectar el color (figura IV.4.1).

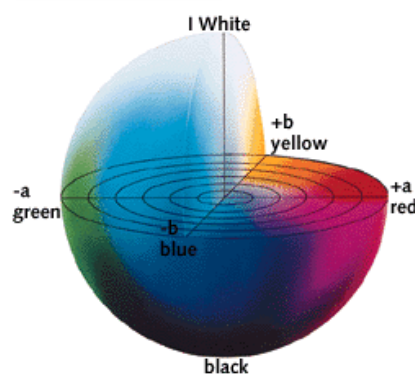


Figura IV.4.1. Parámetros L^* , a^* y b^* del sistema de color CIELab

Los constituyentes mayoritarios de los pigmentos del kiwi son de dos clases: clorofilas y carotenoides (xantofilas e hidrocarburos carotenoides) (Cano, 1991).

Las clorofilas son los pigmentos funcionales de la fotosíntesis. El alto contenido en pigmentos del kiwi afecta al color verde característico del mismo, siendo precisamente esta característica una de las causas por la que resulta tan atractivo para el consumidor (Nishiyama y col., 2005).

Las clorofilas, junto con numerosos carotenoides, se hallan en las membranas de los cloroplastos, los orgánulos que llevan a cabo el proceso fotosintético en las células vegetales. Los pigmentos de los cloroplastos se encuentran íntimamente asociados a otros componentes lipófilos de las membranas, como los fosfolípidos, y algunas proteínas. Las algas y las bacterias fotosintéticas contienen diferentes tipos de clorofilas, pero en los vegetales superiores sólo se encuentran las clorofilas *a* (figura IV.4.2) y *b* (figura IV.4.3), en una proporción aproximada de 3:1.

Se trata esencialmente de porfirinas similares a las de los pigmentos hemo, como la mioglobina, pero con diferentes sustituyentes en los anillos y con un átomo de magnesio sustituyendo el hierro; poseen además un quinto anillo formado por un enlace establecido entre la posición 6 y el puente γ -metino. Por analogía con otros pigmentos, como la mioglobina, se deduce que el anillo de porfirina se asociará fácilmente con las regiones hidrófobas de las proteínas constitutivas de las membranas de los cloroplastos. La larga cadena lateral del fitol facilitará la íntima asociación con los carotenoides y los lípidos de las membranas (Coultate, 1996).

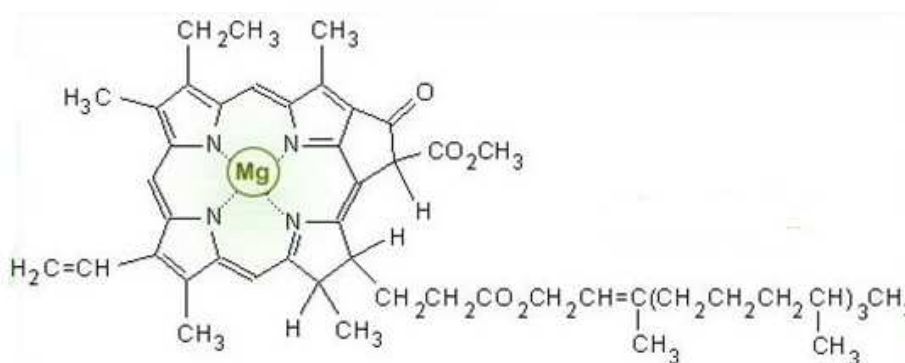


Figura IV.4.2. Estructura de la clorofila *a*

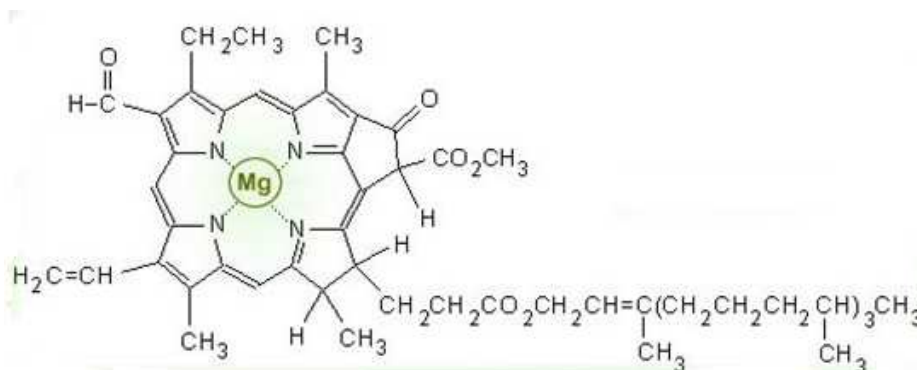


Figura IV.4.3. Estructura de la clorofila *b*

Los carotenoides son un grupo de pigmentos naturales responsables del color amarillo, naranja o rojo de muchos alimentos y que se encuentran tanto en frutas como en vegetales. Desde el punto de vista químico, son terpenoides, sustancias derivadas naturalmente del intermediario metabólico ácido mevalónico que proporciona la unidad estructural básica, el isopreno. En la naturaleza, los carotenoides son sintetizados exclusivamente por las plantas superiores y microorganismos fotosintéticos, en los cuales, juegan un papel fundamental en el metabolismo.

Los carotenoides se dividen en dos grupos principales: los hidrocarburos carotenoides y las xantofilas que contienen oxígeno.

Las xantofilas pueden inicialmente considerarse como productos de la hidroxilación de los carotenos y la mayor parte de los tejidos vegetales contienen cantidades traza de criptoxantinas, los precursores monohidroxilados de las xantófilas dihidroxiladas, como la zeaxantina y la luteína (figura IV.4.4).

Desde el punto de vista nutricional, los carotenoides se clasifican como provitaminas y carotenoides inactivos. Para tener actividad de vitamina A, la molécula de carotenoide debe incorporar una molécula de retinol, por ejemplo, un anillo no sustituido de β -ionona con una cadena polieno de 11 carbonos.

El β -caroteno o provitamina A (figura IV.4.5), está compuesto por dos moléculas de retinol; de este modo el compuesto posee una actividad de vitamina A del 100%. Las estructuras de los otros carotenoides incorporan una molécula de retinol y así, teóricamente, contribuyen con un 50% de la actividad biológica del β -caroteno. Entre los casi 600

carotenoides que existen en la naturaleza, solo alrededor de 50 poseen actividad de vitamina A (Ball, 2000).

Algunos estudios epidemiológicos correlacionan la ingesta de frutas y vegetales, ricos en carotenoides, con la protección de algunas formas de cáncer. Esta acción posiblemente se deba a las propiedades antioxidantes de los carotenoides más que a su actividad de vitamina A (Ziegler, 1989, Ziegler, 1991 y Van-Duyn y Pivonka, 2000).

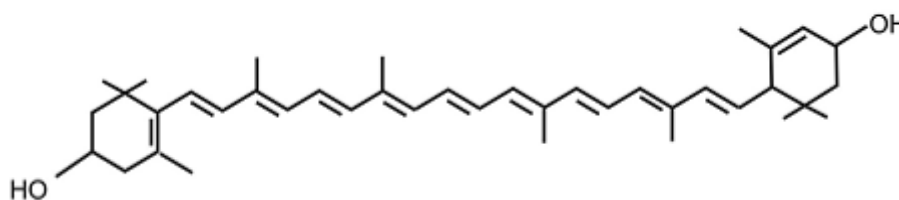


Figura IV.4.4. Estructura de la luteína

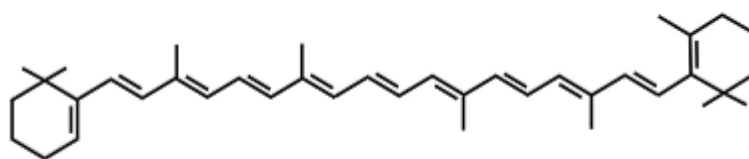


Figura IV.4.5. Estructura del β -caroteno

El método más ampliamente usado para analizar los pigmentos en el kiwi es la cromatografía líquida de alta precisión (HPLC) (Cano, 1991, Almela y Fernández-López., 2000 y Nishiyama y col., 2005). Autores como Cano (1991), McGhie y Ainge (2002) y Nishiyama y col. (2008) ya han descrito los pigmentos responsables del color del kiwi, sin embargo los cambios producidos durante el tiempo de almacenamiento y las posibles diferencias debido al uso de diferentes sistemas de cultivo no han sido estudiadas hasta el momento.

2. Objetivos

El objetivo de este capítulo es identificar los diferentes pigmentos existentes en el kiwi, medir los parámetros de color CIELab y realizar la evaluación sensorial del color para conocer la influencia del sistema de cultivo (ecológico, convencional e integrado) y del tiempo de almacenamiento, sobre dichas características.

3. Material y métodos

3.1. Muestras

El experimento incluye los kiwis descritos en el capítulo III procedentes de tres sistemas de cultivo y de la campaña 08-09.

Tanto en la determinación de pigmentos, como en la del color CIELab y del análisis sensorial, 10 kiwis son seleccionados en cada caso escogidos al azar sobre la muestra total.

3.2. Determinación del color CIELab

La determinación del color se realiza mediante los procedimientos descritos por Artigas y col. (1985). En cada muestreo se analizan 10 frutos en fresco procedentes de cada sistema de cultivo. La medida del color se realiza mediante un espectrocolorímetro (*ColorFlex*, modelo CFLX-45-UNI, versión 3.80) sobre los frutos cortados por la mitad. En cada medida se obtienen los valores de los parámetros L^* o Luminosidad (100% se corresponde con el blanco y 0% con el negro), a^* o plano rojo-verde (cuando es positivo contribuye al color rojo y cuando es negativo al color verde) y b^* o plano amarillo-azul (cuando es positivo contribuye al color amarillo y cuando es negativo al color azul).

A partir de las coordenadas de cromaticidad del espacio de color CIELab se pueden calcular las magnitudes psicofísicas: cromaticidad (C^*), tono (H^*) y diferencia de color total (ΔE^*).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \qquad H^* = \text{arctg} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

La cromaticidad (C^*) indica la saturación o pureza cromática (100% indica una alta saturación y 0% una baja saturación) y el tono (H^*) se corresponde con los colores perceptibles

(rojo, verde, amarillo, azul,..) en valores de 0 a 360°. La diferencia de color total (ΔE^*) representa la diferencia cromática entre dos estímulos.

3.3. Determinación sensorial del color

El método usado para la valoración sensorial queda definido en el capítulo IV.2. La determinación sensorial del color se realiza sobre la pulpa del fruto. La evaluación se realiza mediante la observación directa de una de las mitades del kiwi inclinándola lo suficiente como para que desaparezca el efecto del brillo.

El rango de percepción de color se establece con las referencias de la carta de color Pantone®, donde el valor 373 corresponde al mínimo (0) y el 575 al máximo (10) en una escala no estructurada de 10 cm, el catador debe de indicar, en dicha escala, el punto que corresponde a la magnitud percibida.

3.4. Determinación de pigmentos mediante HPLC

Los pigmentos luteína, β -caroteno, clorofila *a* y clorofila *b*, se determinan mediante HPLC. Para la preparación de las muestras se pesan 100 g de kiwi homogeneizado, se añaden 2 g de carbonato sódico, se tritura y se agita hasta obtener una masa homogénea. Se toman 10 g de esta muestra y se le añaden 15 mL de acetona a -20 °C. A continuación, y después de presionar sobre la muestra para lograr una mayor extracción, se filtra a vacío, repitiéndose el proceso 3 veces. El filtrado obtenido de las tres extracciones se centrifuga a 11000 rpm a -20 °C durante 1 minuto. Se filtran las muestras de nuevo y, finalmente, se inyecta en el HPLC.

Esta determinación se realiza en un HPLC (Jasco, Ternary Gradient Unit LG-1580-02, HPLC Pump PU-1580, HPLC Detector Diodo Array MD-1515), con columna Spherisorb ODS2 C₁₈, Waters, con dimensiones de 250.0 x 4.6 mm, empacada con partículas de 5 μ m y acoplada a una precolumna Spherisorb ODS2 C₁₈, Waters, con dimensiones 10.0 x 4.6 mm, empacada con partículas de 5 μ m. Las longitudes de onda seleccionadas son, 450 nm para la luteína y β -caroteno, 430 nm para la clorofila *a* y 460 nm para la clorofila *b*. El programa informático utilizado es el Borwin Chromatography Software, Jasco versión 1.5.

La fase móvil está constituida por una solución A de acetonitrilo/agua, (90:10) v/v y una solución B de acetato de etilo. Inicialmente se parte de 0% de B. A lo largo de 15 minutos el porcentaje de B se incrementaba hasta alcanzar un 60% durante 10 minutos más. El tiempo total es, por tanto, de 25 minutos. El volumen inyectado es de 20 μ L y el flujo de 1.5 mL/min (Nishiyama y col., 2005).

En estas condiciones, los tiempos de retención obtenidos para los compuestos de color son de 9 minutos para la luteína, 15 minutos para la clorofila *b*, 16 minutos para la clorofila *a*, y 20 minutos para el β -caroteno.

Antes de proceder al análisis de las muestras de kiwi se establecen las rectas de calibrado para cada uno de los pigmentos: luteína, β -caroteno, clorofila *a* y clorofila *b*.

Para ello se preparan las disoluciones de los patrones de la forma siguiente:

Clorofila *a*

Se parte de 1 mg de clorofila *a* que se disuelve en un matraz aforado de 10 mL con acetona fría a -20 °C. Se toma de esta disolución 1 mL que se lleva a un matraz de 50 mL y se enrasan de nuevo con acetona fría a -20 °C, ésta será la disolución madre de la cual se toman volúmenes de: 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, y 0.5 mL que se enrasan con acetona fría a -20 °C en un matraz de 10 mL obteniéndose concentraciones de entre 1.8 a 0.1 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Clorofila *b*

Se parte de 1 mg de clorofila *b* que se disuelve en un matraz aforado de 10 mL con acetona fría a -20 °C. Se toma de esta disolución 1 mL que se lleva a un matraz de 50 mL y se enrasa de nuevo con acetona fría a -20 °C, ésta será la disolución madre de la cual se toman volúmenes de: 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, y 0.5 mL que se enrasan con acetona fría a -20 °C en un matraz de 10 mL obteniéndose concentraciones de entre 1.8 a 0.1 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Luteína

Se parte de 1 mg de luteína que se disuelve en un matraz aforado de 10 mL con acetona fría a -20 °C. Se toma de esta disolución 0.5 mL que se llevan a un matraz de 50 mL y se enrasan de nuevo con acetona fría a -20 °C, ésta será la disolución madre de la cual se van a tomar volúmenes de: 8, 7, 6, 5, 4, 3 y 2 mL que se enrasan con acetona fría a -20 °C en un matraz de 10 mL obteniéndose concentraciones de entre 0.8 a 0.2 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

β -caroteno

Se parte de 2.1 mg de β -caroteno que se disuelven en un matraz aforado de 10 mL con acetona fría a -20 °C. Se toman de esta disolución 0.3 mL que se llevan a un matraz de 50 mL y se enrasan de nuevo con acetona fría a -20 °C, ésta será la disolución madre de la cual se toman volúmenes de: 3; 2.75; 2.5; 2; 1.75; 1.5; 1; 0.5 y 0.25 mL que se enrasan con acetona fría a -20 °C en un matraz de 10 mL obteniéndose concentraciones de entre 1.008 a 0.126 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Las disoluciones patrón preparadas, de concentración conocida, se inyectan en el HPLC, por duplicado en las mismas condiciones que las que se van a usar para las muestras. A partir de las áreas de los picos obtenidas se determina la recta de calibrado para la clorofila *a*,

clorofila *b*, luteína y β -caroteno y se calculan los coeficientes de regresión para cada uno de los pigmentos (clorofila *a*, clorofila *b*, luteína y β -caroteno).

Tal y como se puede observar en las figuras IV.4.7, IV.4.9, IV.4.11 y IV.4.13 los valores del coeficiente de regresión fueron superiores a 0.99 para los cuatro pigmentos, por lo que se concluye que existe una respuesta lineal entre la concentración y el área del pico del cromatograma. Esta linealidad es la que permite calcular la concentración en las muestras de kiwi a partir del área obtenida en el cromatógrafo. En las figuras IV.4.6, IV.4.8, IV.4.10, IV.4.12 se representan los cromatogramas de los patrones de clorofila *a*, clorofila *b*, luteína y β -caroteno.



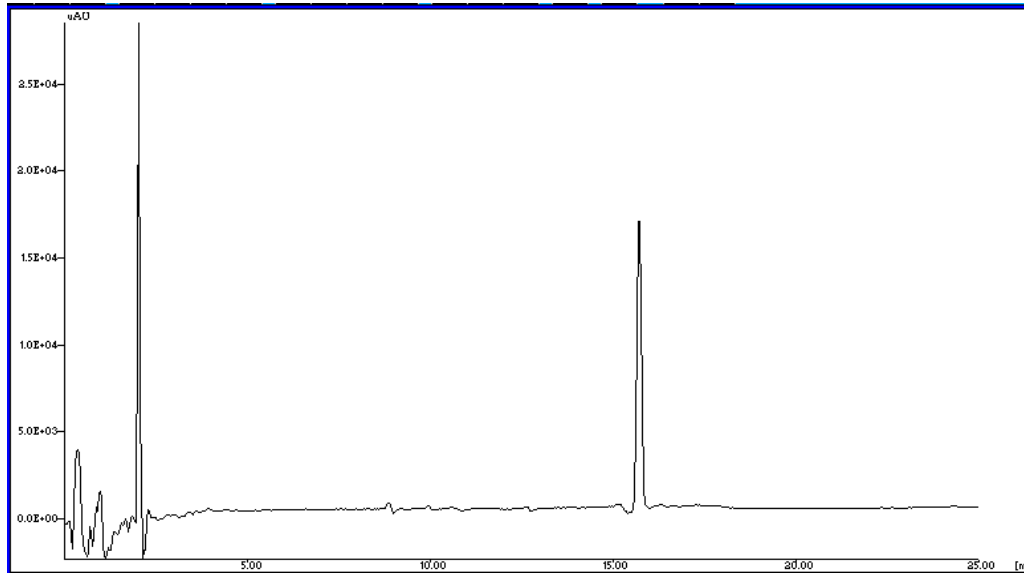


Figura IV.4.6. Cromatograma perteneciente al patrón de clorofila *a* a 430 nm

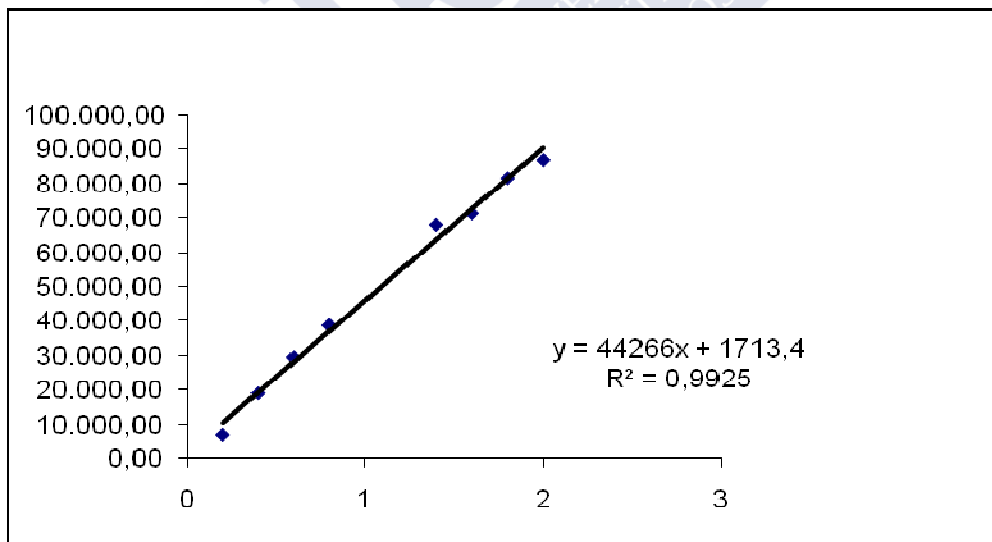


Figura IV.4.7. Recta de calibrado para la clorofila *a*

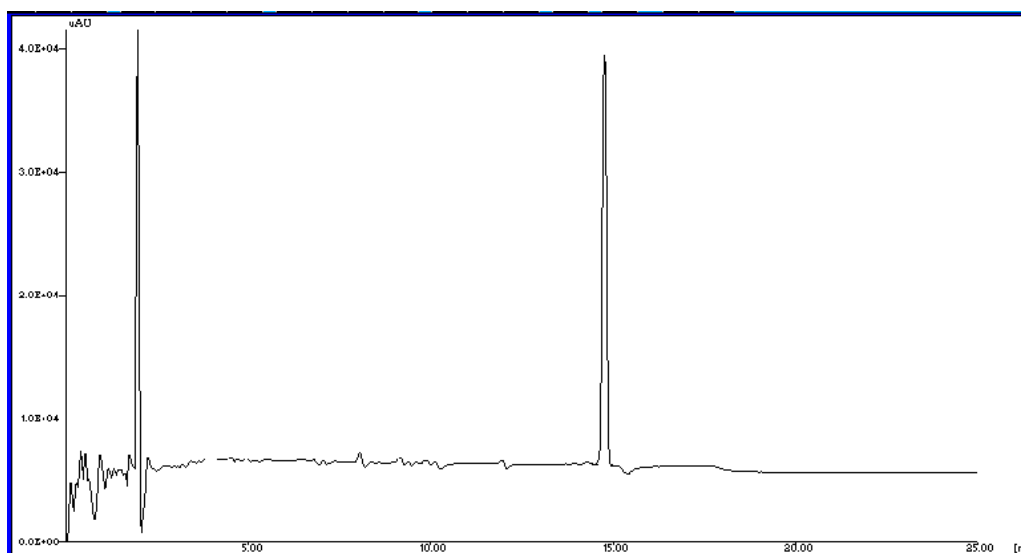


Figura IV.4.8. Cromatograma perteneciente al patrón de clorofila *b* a 460nm

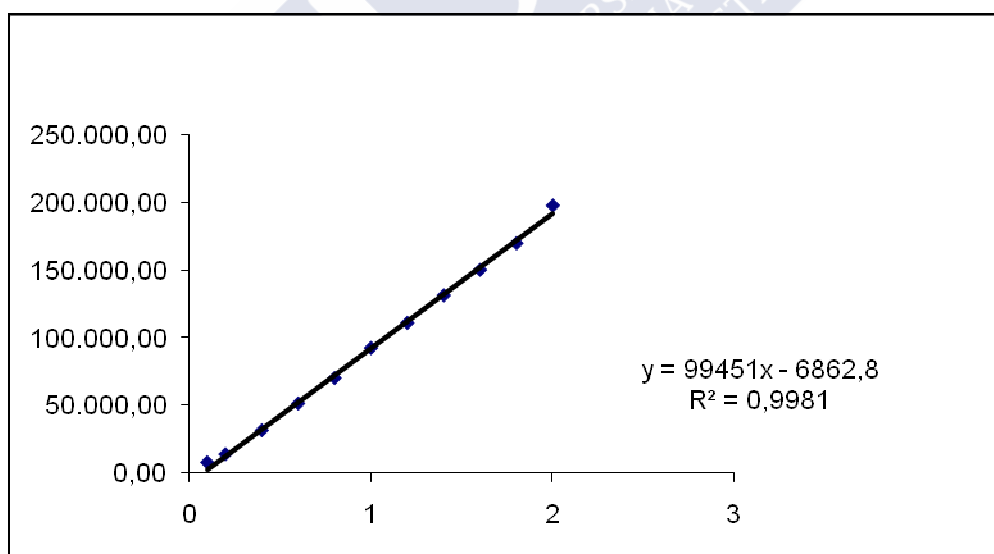


Figura IV.4.9. Recta de calibrado para la clorofila *b*

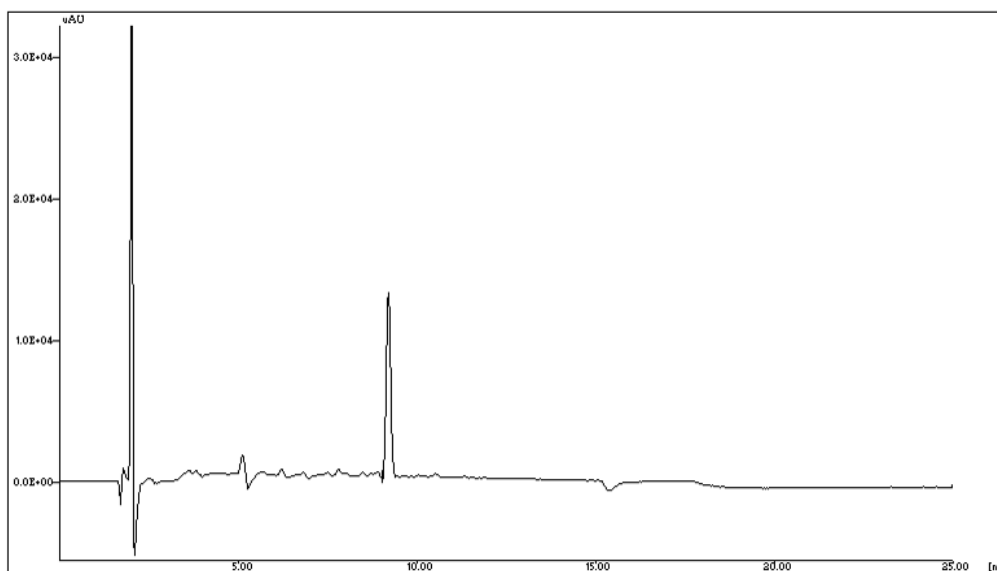


Figura IV.4.10. Cromatograma perteneciente al patrón de luteína a 450 nm

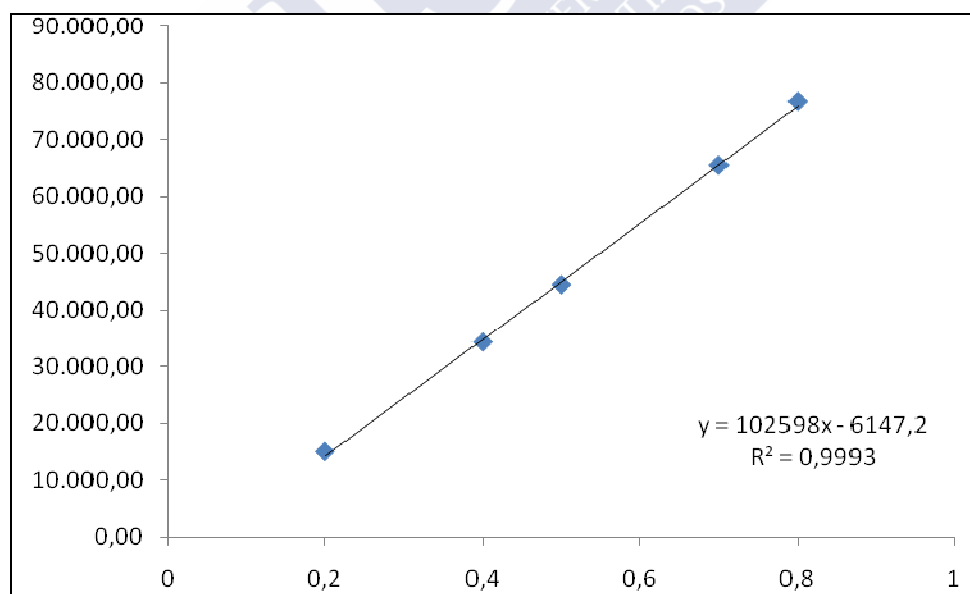


Figura IV.4.11. Recta de calibrado para la luteína

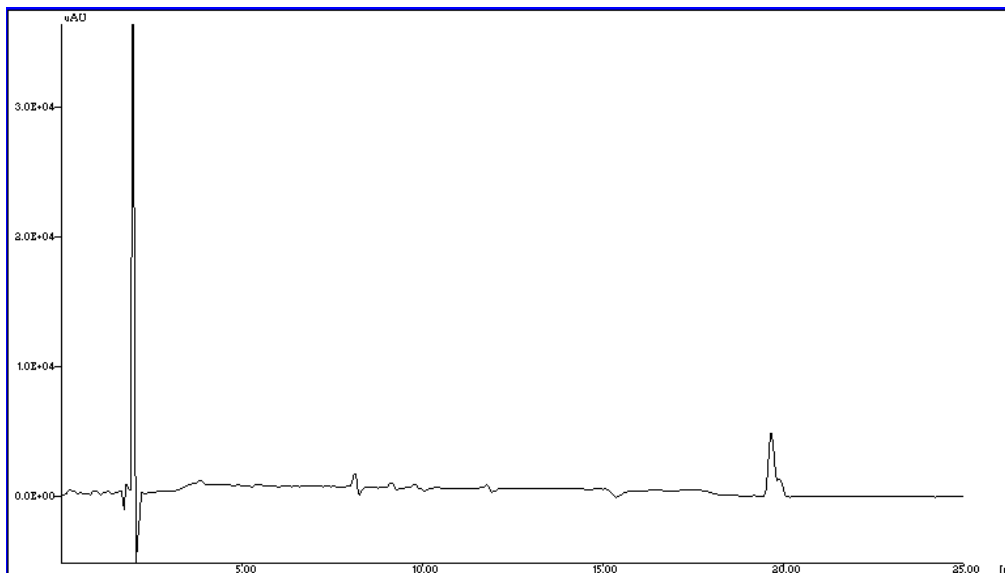


Figura IV.4.12. Cromatograma perteneciente al patrón de β -caroteno a 450 nm

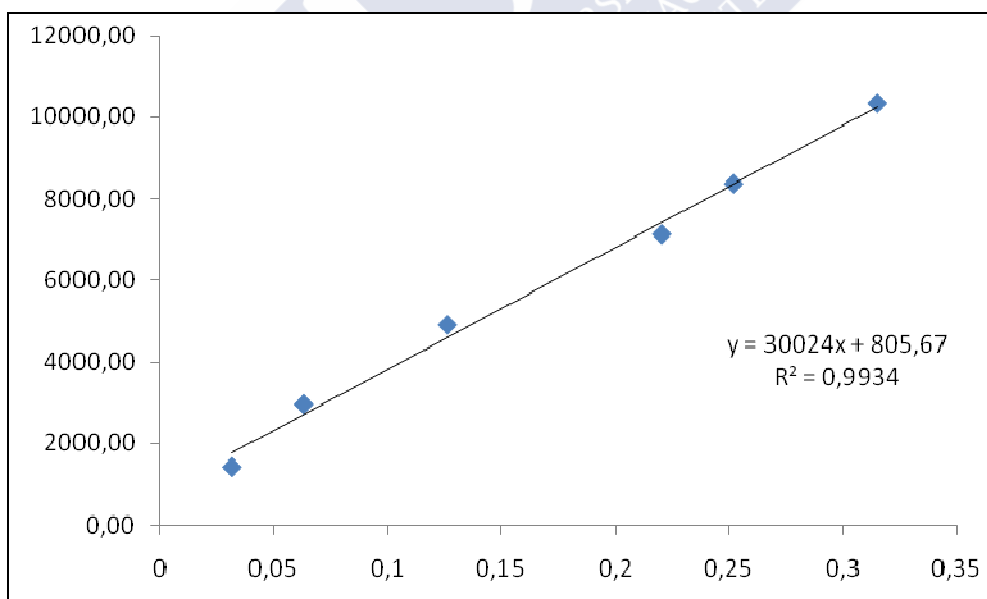


Figura IV.4.13. Recta de calibrado para el β -caroteno

3.5 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos son evaluados estadísticamente mediante un ANOVA de 1 factor (cultivo) para evaluar las diferencias entre los sistemas de cultivo, las comparaciones post-hoc se realizaron con la prueba de Tukey considerando efecto significativo para un valor de $p < 0.05$. Para la realización del análisis se usa el paquete estadístico PASW versión 18 para Windows (Martin, 2007).

4. Resultados y discusión

4.1 Color CIELab y análisis sensorial de los kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivo

Los valores medios y desviaciones estándar obtenidos para los kiwis procedentes de cada sistema de cultivo durante el año de campaña 08-09 se recogen en la tabla IV.4.1.

Tabla IV.4.1. Determinación (media \pm desviación estándar) de las medidas de color CIELab y análisis sensorial del color de la pulpa

Muestreo	cultivo	L*	a*	b*	C*	H*	Color sensorial
1	C	52.1 \pm 2.4	-1.5 \pm 0.5	21.6 \pm 1.5	21.6 \pm 1.5	94.0 \pm 1.0	3.1 \pm 1.3
	I	49.6 \pm 5.0	-1.1 \pm 1.0	22.0 \pm 3.1	21.9 \pm 3.2	93.0 \pm 2.0	4.4 \pm 2.2
	E	51.3 \pm 2.5	-2.5 \pm 0.4	24.2 \pm 1.1	24.2 \pm 1.1	96.0 \pm 1.0	5.7 \pm 1.8
2	C	53.2 \pm 1.8	-1.8 \pm 0.3	21.3 \pm 1.5	21.4 \pm 1.5	94.7 \pm 0.9	5.4 \pm 2.1
	I	55.2 \pm 2.8	-2.2 \pm 0.6	24.2 \pm 2.0	24.3 \pm 2.0	95.0 \pm 2.0	4.0 \pm 1.7
	E	53.1 \pm 3.2	-3.3 \pm 0.9	26.4 \pm 3.5	26.6 \pm 3.6	97.0 \pm 1.0	4.7 \pm 1.9
3	C	51.2 \pm 3.0	-1.5 \pm 0.4	20.8 \pm 2.1	20.9 \pm 2.1	94.0 \pm 1.0	2.1 \pm 0.8
	I	52.3 \pm 2.5	-1.5 \pm 0.6	23.3 \pm 1.5	23.3 \pm 1.6	94.0 \pm 1.0	2.5 \pm 1.0
	E	51.6 \pm 2.2	-2.0 \pm 0.5	24.1 \pm 1.5	24.2 \pm 1.5	94.5 \pm 0.0	3.0 \pm 1.5

El valor de L* se encuentra entre 49.6 y 53.2, a* entre -3.3 y -1.1, lo que indica que predomina el color verde, y b* entre 20.8 y 26.5, lo cual indica que predomina el color amarillo. El valor de C* entre 20.9 y 26.6 y de H* entre 93.0 y 97.0, sitúa la pulpa del kiwi en la zona de los tonos verdes. Estos valores coinciden con los encontrados por diferentes autores (Cano, 1991, Montefiori y col., 2005 y Simal y col., 2005) al estudiar diferentes variedades de kiwis.

En la evaluación sensorial, el color de la pulpa se encuentra entre valores de 2.1 y 5.7 en la escala, es decir, presenta un color verde claro respecto a la escala de Pantone® utilizada (donde el valor 373 corresponde al mínimo y el 575 al valor máximo).

4.2. Influencia del tipo de cultivo sobre el color CIELab y sensorial del kiwi

Se realiza un ANOVA de 1 factor con el fin de conocer si hay una influencia del sistema de cultivo sobre cada uno de los parámetros de color CIELab y el color sensorial (tabla IV.4.2).

Tabla IV.4.2. Resultados del ANOVA de 1 factor (cultivo)

	p-valor (cultivo)
L*	ns
a*	***
b*	***
C*	***
H*	ns
Color sensorial	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

En cuanto a la luminosidad (L*) y al tono (H*) no se observa efecto significativo del factor cultivo. Tampoco se observan diferencias respecto a la medida sensorial del color verde. Los valores de a*, b* y C* sí fueron significativos, por ello se procede a comentar las variables en las que se existen diferencias significativas mediante la prueba del test de Tukey ($p < 0.05$) (tabla IV.4.3).

Tabla IV.4.3. Resultados de la media y prueba de Tukey para el factor cultivo en a*, b* y C* ¹

Cultivo	a*	b*	C*
Convencional	-1.6 b	21.3 a	21.3 a
Integrado	-1.6 b	23.1 b	23.2 b
Ecológico	-2.6 a	24.8 c	25.0 c

¹diferentes letras en la misma columna indican diferencias entre cultivos ($p < 0.05$)

El kiwi de producción ecológica presenta los valores medios de a^* ligeramente más bajos (más verdes) y de b^* ligeramente más altos (es decir, más amarillos) y además un grado de pureza de color ligeramente más elevado, pues presenta los valores más altos de cromaticidad (C^*). De todas formas estas diferencias no son suficientes para que se vea afectado el tono (H^*) y tampoco para que sean detectadas por el ojo humano.

4.3. Determinación de los pigmentos en kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivo y a lo largo del tiempo de almacenamiento

Una vez obtenidas las rectas de calibrado, se analizan las muestras de kiwi procedentes de diferentes sistemas de cultivo, ecológico, convencional e integrado. En la tabla IV.4.4 se recogen los valores obtenidos para cada uno de los pigmentos en las muestras de kiwi analizadas. En la figura IV.4.14 se observa el cromatograma de una muestra de kiwi, a las 3 longitudes de onda.

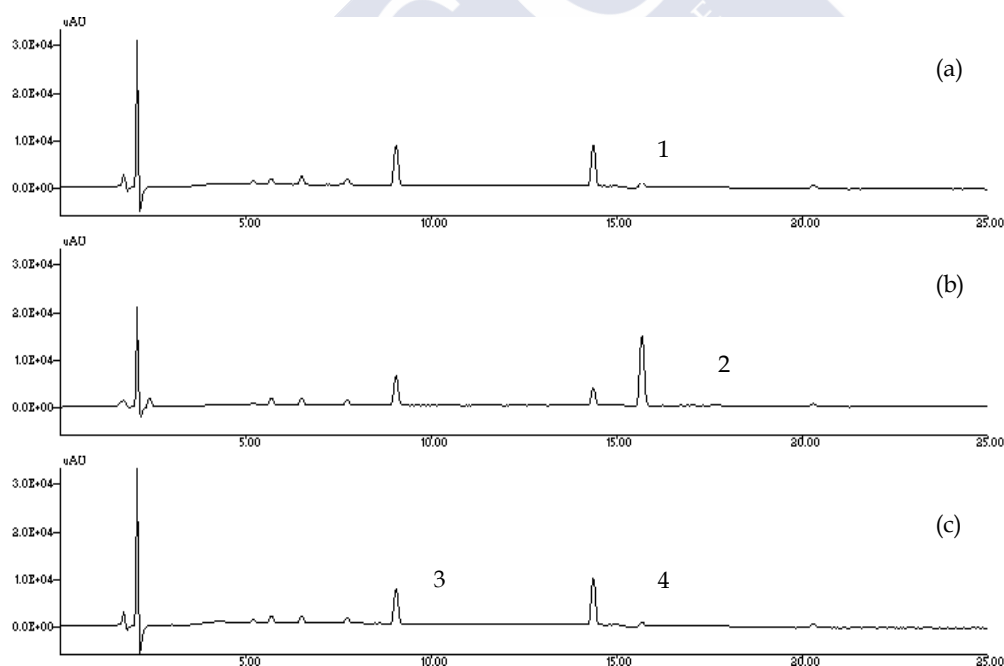


Figura IV.4.14. Cromatograma perteneciente a una muestra de kiwi: (a) a 460 nm 1. Clorofila *b*; (b) a 430 nm 2. Clorofila *a*; (c) a 450 nm 3. luteína y 4. β -caroteno

Tabla IV.4.4. Datos (media \pm desviación estándar) de los pigmentos clorofila *a*, clorofila *b*, luteína y β -caroteno

Muestreo	cultivo ¹	Clorofila <i>a</i> ²	Clorofila <i>b</i> ²	Luteína ²	β -caroteno ²
C1	E	1.7 \pm 0.0	0.5 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	-
	C	0.7 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.2 \pm 0.0	-
	I	0.7 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.2 \pm 0.0	-
C2	E	1.0 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.2 \pm 0.0	0.1 \pm 0.0
	C	0.8 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.2 \pm 0.0	0.1 \pm 0.0
	I	1.0 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.1 \pm 0.0
C3	E	0.9 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.2 \pm 0.0	0.1 \pm 0.0
	C	0.7 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.1 \pm 0.0
	I	0.9 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	0.3 \pm 0.0	-

¹C: convencional; I: integrado y E: ecológico; ²mg 100 g⁻¹ muestra fresca

Tal y como se puede observar en la tabla IV.4.4, el compuesto de color mayoritario en el kiwi es la clorofila *a*. En cuanto a los carotenoides, se observa que la luteína posee valores más elevados que el β -caroteno. La concentración de la clorofila *a* oscila entre valores comprendidos entre 0.7 y 1.7 mg 100 g⁻¹ de kiwi fresco, los valores de la clorofila *b* oscilan entre 0.3 y 0.5 mg 100 g⁻¹ kiwi fresco, la luteína entre 0.2 y 0.3 mg 100 g⁻¹ de kiwi fresco y el β -caroteno presenta valores de 0.1 mg 100 g⁻¹. Cano (1991) obtiene resultados similares estudiando cuatro variedades de kiwi (*Hayward*, *Abbot*, *Bruno* y *Monty*). Igualmente coinciden con los resultados McGhie y Ainge. (2002), Nishiyama y col. (2005 y 2008) y Montefiori y col. (2009) al estudiar diferentes variedades de kiwis.

4.4 Influencia del tipo de cultivo sobre los pigmentos del kiwi

Se realiza un ANOVA de 1 factor con el fin de conocer si hay influencia del sistema de cultivo sobre cada uno de los compuestos de color (tabla IV.4.5).

Tabla IV.4.5. Resultados del ANOVA de 1 factor (cultivo)

Compuesto	p-valor (cultivo)
Luteína	ns
B-caroteno	ns
Clorofila <i>a</i>	ns
Clorofila <i>b</i>	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

En función de los resultados obtenidos se puede concluir que no hay una influencia significativa del cultivo sobre los pigmentos responsables del color.

5. Conclusiones

Aunque existen diferencias en los kiwis estudiados respecto a los parámetros de color a^* y b^* , éstas no son suficientemente relevantes para el H^* , los compuestos de color y el color medido a nivel sensorial en función del cultivo.

El valor de H^* de los kiwis estudiados se establece en la zona de los tonos verdes, lo que se corresponde con el color evaluado sensorialmente. Este color es debido a que la clorofila *a* es el pigmento mayoritario.

6. Bibliografía

- Almela L. y Fernández-López J.A. (2000).** High-performance liquid chromatographic screening of chlorophyll derivatives produced during fruit storage. *Journal of chromatography*, 870, 483-489.
- Artigas J.M., Gil, J.C. y Felipe A. (1985).** El espacio uniforme de color CIELab: Utilización. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 25, 316-320.
- Ball G.F.M. (2000).** The fat-soluble vitamins. In *Food analysis by HPLC*. Nollet, L.M. (Ed.). Editorial Marcel Dekker, Inc., New York.
- Cano P. (1991).** HPLC separation chlorophyll and carotenoid pigments of four kiwi fruit cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 1786-1791.

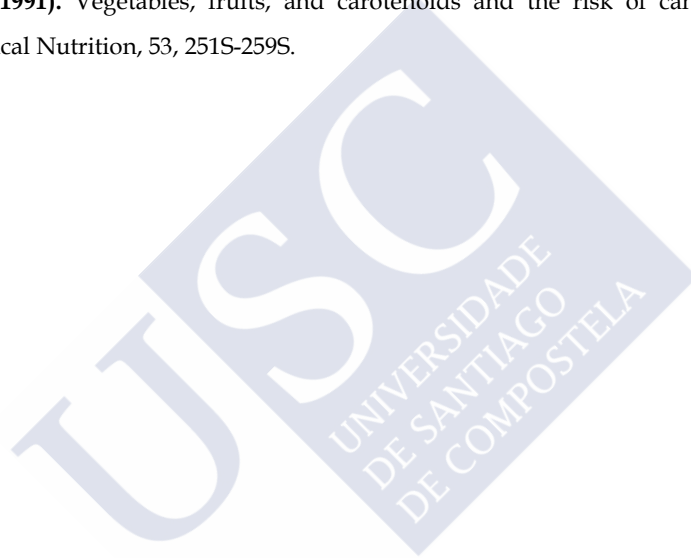
- Coultate T.P. (1996).** Manual de Química y Bioquímica de los Alimentos. 2ª edición. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Dubose C.N., Cardello A.V. y Maller O. (1980).** Effects of colorants and flavorants on identification, perceived flavor intensity, and hedonic quality of fruit-flavored beverages and cake. *Journal of Food Science*, 45, 1393-1399.
- Kang S.P., East A.R. y Trijillo F.J. (2008).** Colour vision system evaluation of bicolour fruit: A case study with 'B74' mango. *Postharvest biology and technology*, 49, 77-85.
- Ma L. y Dolphin D. (1999).** The metabolites of dietary chlorophylls. *Phytochemistry*, 50, 195-202.
- Maga J.A. (1974).** Influence of color on taste thresholds. *Chemical Senses and Flavor*, 1, 115-119.
- Martin Martin Q. (2007).** Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.
- Montefiori M., McGhie K., Costa G. y Ferguson A.R. (2005).** Pigments in the fruit of red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* y *Actinidia deliciosa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 9526-9530.
- Montefiori M., McGhie T., Hallett I. y Costa G. (2009).** Changes in pigments and plastid ultrastructure during ripening of green-fleshed and yellow-fleshed kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 119, 377.
- McGhie T.K. y Ainge G.D. (2002).** Color in fruit of the genus *Actinidia*: Carotenoid and chlorophyll compositions, 50, 117-121.
- Nishiyama I., Fukuda T. y Oota T. (2005).** Genotypic differences in chlorophyll, lutein and beta-carotene contents in the fruits of actinidia species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6403-6407.
- Nishiyama I., Fukuda T. y Oota T. (2008).** Cultivar difference in chlorophyll, lutein and beta-carotene content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *Proceedings of the 6th international symposium on kiwifruit*, 1 y 2, 473.
- Pedreschi F., León, J., Domingo M. y Moyano P. (2006).** Development of a computer vision system to measure the colour of potato chips. *Food Research International*, 39, 1092-1098.
- Simal S., Femenia A., Cárcel J.A. y Rosselló C. (2005).** Mathematical modelling of the drying curves of kiwi fruits: influence of the ripening stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 425-432.
- UNE-EN ISO 5492:2010 (2010).** Análisis sensorial. Vocabulario. Guía general (ISO 5492:2008). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.

Van-Duyn M.A. y Pivonka E. (2000). Overview of the health of fruit and vegetable consumption for the dietetics profesional: Selected literatura. Journal of The Amercan Dietetic Association, 1511-1521.

Zampini M., Wantling E., Phillips N. y Spence C. (2008). Multisensory flavor perception: Assessing the influence of fruit acids and color cues on the perception of fruit-flavored beverages. Food Quality and Preference, 19, 335-343.

Ziegler R.G. (1989). A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer. Journal of Nutrition, 119, 116-122.

Ziegler R.G. (1991). Vegetables, fruits, and carotenoids and the risk of cancer. American Journal of Clinical Nutrition, 53, 251S-259S.



V. KIWI EN ALMÍBAR





V.1. PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL KIWI EN ALMÍBAR

1. Introducción

La fruta tiene una vida útil limitada debido a su rápido deterioro, las causas principales de ello están relacionadas con procesos microbiológicos y bioquímicos. Dado el carácter perecedero de la fruta, es necesario recurrir a diferentes métodos de conservación. Estos métodos alteran, con frecuencia, las características de la fruta, en mayor o menor grado, aun cuando aumentan su vida útil. Los métodos comúnmente usados para la conservación durante largos períodos de tiempo son la congelación y la elaboración de conservas. Cada uno de los métodos tiene ventajas e inconvenientes y la elección del método de conservación puede venir determinada por la materia prima (Burrows, 1997).

El Real Decreto 2420/1978, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de conservas vegetales, define a las frutas en almíbar como “los productos obtenidos a partir de frutas enteras, mitades, segmentos, tiras o cubos, rodajas o gajos, a los que se ha adicionado un jarabe de cobertura cuya graduación final será, como mínimo de 14 °Brix”.

La Orden de 21 de noviembre de 1984 aprueba la Norma de Calidad para conservas vegetales y establece que, para las frutas en almíbar, en ningún caso serán empleados edulcorantes artificiales. Los almíbares se clasifican (tabla V.1.1) atendiendo a su graduación en el producto terminado.

Tabla V.1.1. Clasificación del almíbar en función del grado Brix

Denominación	° Brix
Almíbar ligero	14-17
Almíbar	17-20
Almíbar denso	> 20

La legislación comunitaria en el Reglamento CE 1535/2003 define el almíbar como “el líquido resultante de combinar agua con azúcar cuyo contenido total de azúcar, determinado previa homogenización, sea como mínimo igual a 10° Brix”. En el caso de las frutas en almíbar deben estar en proporción superior al 45% del peso total de componentes de la conserva (Codex Stan, 1981).

Existen numerosos estudios relacionados con la aplicación de diferentes métodos de conservación de frutas. Manoranjan y col. (1998) estudian la conservación del melocotón añadiendo jugo de manzana en lugar de almíbar. Varoquaux y col. (1990), Gerschenson y col. (2001) y Lespinard y col. (2012) estudian el comportamiento de los kiwis tras la aplicación de diferentes técnicas de procesado y Jiménez y col. (2008) y Brownmiller y col. (2009) estudian el efecto de la transformación industrial en frutas.

Los frutos de destrío, es decir, aquellos que presentan un tamaño inferior al de comercialización, o defectos en la forma, no deben comercializarse en fresco (Reglamento CE 1673/2004) lo que supone una pérdida importante para los productores. Entre el 5 y 20% de las frutas son consideradas de destrío, es decir, aquellas que no alcanzan el tamaño de comercialización o con defectos de forma (Llano y col., 2003). Además, en ocasiones, hay excesos de producción de fruta. Por tanto, la utilización de los excedentes y de los frutos de destrío puede ser una buena alternativa para elaborar nuevos productos y conseguir líneas de mercado que incrementen el valor añadido de la materia prima.

2. Objetivos

Con el fin de aprovechar los kiwis de destrío, se propone la optimización del proceso de elaboración de kiwi en almíbar estableciendo para ello las condiciones específicas de las diferentes etapas del proceso.

3. Material y métodos

3.1. Muestras

Para la realización de este estudio se trabaja con kiwis de destrío recogidos en la misma zona de producción (O Rosal, Pontevedra) y procedentes de los productores seleccionados para la realización del estudio en fresco. El experimento incluye los kiwis de destrío descritos en el capítulo III.

3.2. Ingredientes

- Azúcar en envases de 1 kg.
- Ácido L-(+)-ascórbico, Acros Organics, Cód. 401471000.

3.3. Descripción de las instalaciones de la planta piloto

El proceso de elaboración del kiwi en almíbar se realiza en la nave de Industrias Agrarias y Alimentarias, situada en el edificio de Ampliación de la Escuela Politécnica Superior de Lugo. La nave cuenta con una superficie útil de 223.47 m² y está dividida en varias secciones.

El área de producción, estancia dedicada a desarrollar las actividades del proceso de producción, posee una superficie útil de 80.96 m². En esta zona se encuentra la instalación de frío. Esta instalación está compuesta por tres cámaras frigoríficas, una de conservación de productos congelados (2660 Fr/h a -30 °C) que también puede trabajar a temperaturas de refrigeración y dos de refrigeración (2545 Fr/h a 0-8 °C). Las cámaras están situadas en la zona de fabricación y tienen unas dimensiones interiores de 2.0 x 2.4 x 2.5 m. Los paramentos están constituidos por paneles prefabricados tipo sándwich formados por una capa de 12 cm, de poliuretano inyectado de 40 kg/m³ situado entre dos chapas de acero galvanizado y lacado en las caras vistas.

El laboratorio está comunicado directamente con la sala de producción, la sala de compresores y la sala de calderas y tiene una superficie de 11.13 m².

La sala de calderas, situada en la zona de maquinaria de la nave, cuenta con una superficie útil de 31.72 m² y en ella se encuentran los equipos de generación y tratamiento de aire comprimido y los compresores y condensadores de las cámaras frigoríficas.

La zona de taller está dedicada a la construcción de los equipos utilizados en la zona de fabricación. La superficie útil es de 73.86 m² y está comunicada con la sala de fabricación y directamente con el exterior.

La instalación eléctrica es trifásica de 230/400V de 50 Hz de frecuencia. En la llegada de la corriente a la nave existen dos cuadros eléctricos, uno que distribuye a la instalación de fuerza y otra a la instalación de alumbrado. Del cuadro general, una línea va al cuadro secundario de la sala de fabricación, de la que parte la instalación de ésta, por medio de una canalización eléctrica en superficie bajo tubo de PVC de 32 mm de diámetro. Los diversos equipos están alimentados a través de los cuadros que disponen de las protecciones correspondientes.

La instalación de fontanería cuenta con una línea de acero inoxidable de ¾ pulgadas, una válvula de corte y filtros previos para la eliminación de impurezas.

La instalación de aire comprimido está compuesta por un sistema de generación de aire comprimido. El grupo de compresión, que es el elemento fundamental de la fase de generación del aire comprimido (Arbones-Maciñeira y col., 2001) se encarga de captar el aire

atmosférico de su entorno, elevar la presión del mismo y, después, alimentar el depósito y la canalización general (Serrano, 1997). Se trata de un compresor rotativo de paletas accionado por un motor de 5 CV.

El refrigerador por aire también recibe el nombre de refrigerador posterior aire – aire. Está dotado de un separador de condensados y de un sistema de purga automáticos (Arbones-MacÍneira y col., 2001). El separador de condensados, situado a la salida del compresor, se usa para eliminar la humedad del aire.

El depósito o acumulador consiste en un recipiente a presión que incluye válvula de seguridad, manómetro, boca de limpieza y sistema de purga automático (Arbones-MacÍneira y col., 2001). Sus funciones son acumular aire a presión capaz de mantener en marcha durante un cierto tiempo los equipos neumáticos en caso de fallar el fluido eléctrico que alimenta el compresor, así como evitar arranques frecuentes del mismo. Otro de sus objetivos es absorber fluctuaciones de presión originadas en los generadores, además de actuar como refrigeradores y como condensadores de la humedad del aire (Serrano, 1997).

El secador frigorífico es un elemento que separa automáticamente la humedad del aire comprimido en un grado suficiente para evitar que se produzcan posteriores condensaciones en el circuito. Opera con un punto de rocío a la presión de trabajo de 2 °C, garantizando un alto grado de secado del aire comprimido (Guillén, 1988).

Y, finalmente, los filtros que se encargan de retener las impurezas que posee el aire en su seno (Serrano, 1997). Se distinguen por su grado de filtración y por la capacidad para la retención de aceite, un contaminante del aire generado durante la compresión. Existen muchos tipos por ejemplo microfiltros, filtro desoleador, filtros de carbón activo, a partir de los cuales se pueden obtener distintos tipos de aire (alimentario, estéril, etc.) (Arbones-MacÍneira y col., 2001).

La red de distribución de aire comprimido tiene la misión de transportar el aire desde la sala de compresores hasta los equipos que lo consumen (Serrano, 1997). En la instalación de la nave las tuberías principales son de acero estirado negro de ¾ de pulgada y las tuberías de servicio son de polímeros semi-rígidos como nylon.

Y, por último, una instalación de vapor constituida por una caldera de 300 kg/h y presión de diseño de 8 bar, depósito de alimentación de la caldera, equipo de tratamiento de agua de alimentación, depósito de gasóleo y red de abastecimiento de vapor y retorno de condensados realizado en acero negro estirado DIN 2440 con diámetros comprendidos entre ¾ y ¼ pulgadas y aislamiento de coquillas de lana mineral.

3.4. Descripción de los equipos utilizados para el proceso de elaboración del kiwi en almíbar.

Se utilizan diferentes equipos para el proceso de elaboración del kiwi en almíbar, éstos son el calentador eléctrico de agua, el equipo para la realización del escaldado, el horno eléctrico y el equipo de pasteurización, además de otros materiales auxiliares.

El calentador eléctrico de agua, con una capacidad de 30 L, posee una cesta metálica adaptada para introducir en el interior del calentador y facilitar la inmersión de los frutos.

El equipo para la realización del escaldado está compuesto por cuatro quemadores-paelleros que se conectan a dos bombonas de gas butano, su presión de funcionamiento es de 28-30 mbar, su consumo calórico nominal de 5 kW y su consumo de gas butano de 0.363 kg/h.

El hornillo eléctrico (Jata. Modelo 393. 220V- 50 Hz. 1500W) es la fuente de calor utilizada para la preparación del almíbar y para el calentamiento de la disolución de NaOH utilizada en el pelado químico.

El equipo de pasteurización, utilizado para la pasteurización del producto terminado, está equipado con termómetro para control de temperatura y unas sondas para efectuar el control de la temperatura del agua y en el interior del producto durante la pasteurización.

Los materiales auxiliares utilizados son la balanza electrónica (Adam Equipment. Modelo ADP 3100/L) para pesar los ingredientes, para la preparación del almíbar y para pesar los kiwis, con un margen de error de 5 g; la cortadora de rodajas (UFESA modelo profesional FS50); la balanza de precisión (Modelo ITEM NO 2020. MFD By OHAUS CORP, FLORHAM PARK. N.J.) para la pesada del ácido ascórbico, con un margen de error de 0.001 g. Otros materiales utilizados son: cuchillos de acero inoxidable, cucharas de acero inoxidable, espumadera de acero inoxidable, recipientes de vidrio o plástico, jarras de vidrio, probeta de vidrio, ollas de acero inoxidable, termómetros, material de vidrio de uso en laboratorio, batidora (Moulinex, modelo D56) y pinzas de acero inoxidable. Para el envasado se utilizan frascos de vidrio de 170 cm³ de capacidad.

3.5. Determinaciones analíticas

3.5.1. Pérdida de peso y/o rendimiento

La pérdida de peso y/o rendimiento se calcula por la relación existente entre el peso del kiwi antes y después del pelado. Los frutos son pesados en una balanza digital electrónica (OHAUS® Precisión plus, ITEM NO 2020. OHAUS Corporation, Florham Park, N.J. USA).

3.5.2. Tiempo de pelado

Se calcula el tiempo requerido para llevar a cabo la operación de pelado en cada kiwi.

3.5.3. Dureza

Es la medida de la resistencia de la pulpa a la penetración de un émbolo. Según el procedimiento de Ranganna (1977) y Potter y Hotchkiss (1999), la medida se lleva a cabo con un penetrómetro, escala de 0 a 13 kg, Bertuzzi modelo FT327, precisión de 1% a temperatura de 20 °C, equipado con: disco de contención en acero inoxidable, émbolo de 8 mm y lámina de corte. Estas medidas se realizan sobre un mínimo de 10 frutos y el resultado se expresa como el valor de la fuerza ejercida en kg.

3.5.4. Sólidos solubles

La definición de este parámetro queda reflejada en el apartado 3.2 del capítulo IV.3. Los sólidos solubles de la materia prima utilizada son medidos sobre 10 muestras de kiwi fresco utilizando dos refractómetro con escala de 0 a 32% y de 0 a 80% Labolan S.L., modelo 301, precisión 0.2 °Brix. Para el kiwi en almíbar la medida se realiza sobre el filtrado de la muestra previamente homogeneizada (Reglamento CEE 558/1993).

3.5.5. Color CIELab

La definición y el procedimiento de medida de este parámetro se recogen en el capítulo IV.4.

3.5.6. Actividad de agua

El grado de disponibilidad del agua en un alimento se expresa como actividad de agua (a_w) y se define como la relación entre la presión de vapor de agua en un alimento y la presión de vapor de agua pura para una misma temperatura. La medida se lleva a cabo mediante un sistema medidor de actividad de agua, Aqua Lab, modelo CX-2, según el método Oficial 978-18 AOAC (2005) basado en la medida del punto de rocío de un alimento. La medida se realiza por triplicado.

3.5.7. Materia seca

La definición y el procedimiento de medida de este parámetro quedaron descritos en el capítulo IV.3

3.5.8. pH

La definición y el procedimiento de medida de este parámetro quedaron descritos en el capítulo IV.2 (apartado 3.2).

3.5.9. Acidez titulable

La definición y el procedimiento de medida de este parámetro quedaron descritos en el capítulo IV.2 (apartado 3.2).

3.6. Análisis estadístico

El tratamiento de los datos se realiza empleando el programa Minitab Realase 14 (Minitab Inc, 2003). Se aplica un tratamiento rutinario para datos que obedecen a un diseño experimental previo (Box y col., 1989):

i) Ensayos factoriales de optimización

En la elaboración de kiwi en almíbar, el posible número elevado de factores del proceso que afectan a la calidad del producto hace necesario realizar experimentos factoriales probando distintas combinaciones de factores y niveles. Los experimentos factoriales proporcionan estimaciones de los efectos de los factores, permiten estimar las interacciones, tan frecuentes en los procesos industriales y son sencillos de construir y analizar.

El principal inconveniente de los modelos factoriales es que requieren gran número de pruebas, especialmente si va a realizarse un análisis estadístico basado en el análisis de la varianza. Este inconveniente se ha tratado de resolver a través de dos caminos:

- utilizando únicamente 2 niveles por factor
- obviando el tratamiento estadístico, sustituyéndolo por una prueba gráfica de ajuste a la normal

Los ensayos factoriales a dos niveles están muy difundidos en el sector industrial, debido a que son fáciles de construir, analizar e interpretar, son fáciles de combinar entre sí para formar diseños más complejos y proporcionan mucha información. Su principal inconveniente para factores cuantitativos es que sólo permiten estudiar relaciones lineales, lo que aconseja elegir los niveles suficientemente juntos, para que la recta sea una buena aproximación a la superficie de respuesta en la región de estudio. Las no linealidades se pueden estudiar en experimentos sucesivos.

ii) Análisis de la varianza

El análisis de significación del efecto del pelado y del día de almacenamiento se realiza mediante ANOVA de 2 factores con interacción. El efecto del método aplicado para evaluar el espacio de cabeza y de las condiciones de pasteurización a aplicar se analizan mediante ANOVAs de 1 factor.

4. Resultados y discusión

4.1. Condiciones preliminares

Antes de poner en marcha los ensayos, es necesaria la realización de una serie de pruebas preliminares para que el desarrollo del proceso de industrialización que se va a realizar sea correcto. Estas pruebas permiten determinar el volumen del frasco a ocupar la cantidad de fruta y almíbar introducido y las proporciones de agua y azúcar necesarias para conseguir el almíbar con un °Brix adecuado.

i) Volumen del frasco

El volumen del frasco hasta la zona de llenado será de 170 cm³, por tanto, como la prueba se ha realizado con agua la masa será de 170 g.

ii) Cantidad de fruta y almíbar en los botes

Se realiza teniendo en cuenta la densidad del almíbar y de la fruta, para ello ha de tenerse en cuenta que la proporción tiene que ser de 40% almíbar y 60% fruta.

iii) °Brix del almíbar

Se pretende obtener productos con un contenido en sólidos solubles igual o superior a 24 °Brix (Nunes, 2007). La concentración de sólidos solubles depende del contenido de sólidos solubles de la fruta y del almíbar añadido. Teniendo en cuenta que la proporción de fruta/almíbar a utilizar es de 60:40 y que los kiwis procesados presentan un valor medio de 14 °Brix, se calcula el °Brix del almíbar que debe ser de 40 °Brix.

4.2. Ensayos factoriales de optimización

Se realizan dos ensayos factoriales de optimización del proceso industrial de elaboración de kiwi en almíbar en los que se estudian varios factores:

- Tipo de pelado
- Grosor de la rodaja
- Adición de antioxidante
- Utilización del escaldado

- Tipo de pasteurización

4.2.1. Primer ensayo factorial de optimización

En este ensayo se plantean como factores (A) el tipo de pelado (térmico o manual), (B) el grosor de la rodaja (1 o 1.5 cm) y (C) la adición de un antioxidante, que en este caso va a ser ácido ascórbico (con antioxidante o sin antioxidante). En la tabla V.1.2 se recogen estos factores y los niveles considerados para cada uno.

Tabla V.1.2. Factores y niveles del primer ensayo factorial de optimización

Factor		Nivel (-)	Nivel (+)
A	Tipo de pelado	Manual	Térmico
B	Grosor de la rodaja	Grueso (1.5 cm)	Fino (1 cm)
C	Adición de antioxidante	Sin antioxidante	Con antioxidante

Se tiene, por tanto, un ensayo factorial completo con tres factores a dos niveles, es decir se dispone de $2^3=8$ observaciones. El modelo empleado ha sido:

$$Y=\mu+A+B+C+AB+AC+BC+ABC$$

Teniendo en cuenta esto, se ensayan las combinaciones recogidas en la tabla V.1.3.

Tabla V.1.3. Combinaciones de los niveles del primer ensayo factorial de optimización

Remorder	A	B	C
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	1	1	-1
4	1	1	1
5	1	-1	1
6	-1	1	-1
7	-1	1	1
8	-1	-1	1

Se representan, en papel probabilístico normal, las funciones de distribución de los efectos sobre las distintas variables observadas. Para ello se crea una recta que ajusta los puntos

centrales de la distribución. Los puntos que se separan más de ella señalan los factores cuyos efectos son responsables de que la distribución no se ajuste a la normal. En color rojo se indican los factores cuyo efecto se diferencia significativamente de 0, con un nivel de significación inferior al 5%, empleando el test de Lenth. Algunas de las gráficas que permiten observar algún efecto significativo sobre alguna de las variables se presentan a continuación.

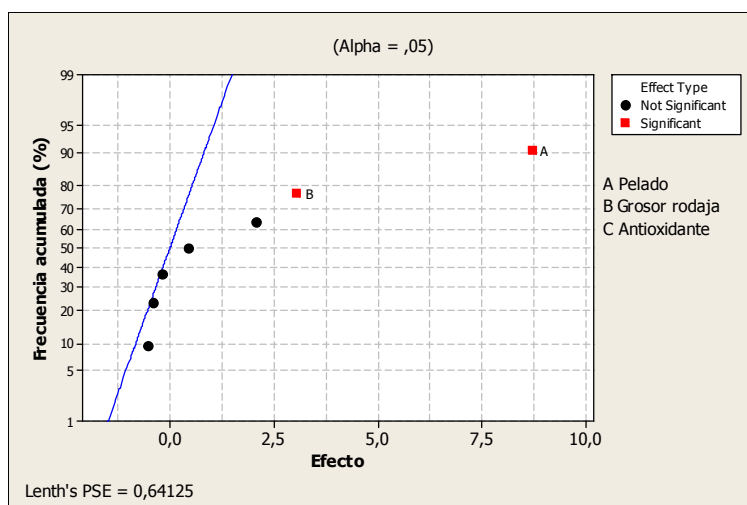


Figura V.1.1. Distribución de los efectos sobre la variable rendimiento en papel probabilístico normal (primer ensayo factorial de optimización)

En la figura V.1.1 se representa la variable rendimiento. Se observa un importante efecto significativo del factor A (tipo de pelado), pues se separa claramente de la recta que se obtendría con la hipótesis de efectos nulos. Esto indica que uno de los sistemas de pelado presenta un mayor rendimiento que el otro. Se comprueba que al utilizar el pelado manual se obtiene un rendimiento medio del 79.2%, mientras que en el pelado térmico se alcanzan valores medios del 87.9%.

También se puede observar un cierto efecto del factor B que es el grosor de la rodaja. Esto es, que dependiendo del grosor de la rodaja se va a tener un rendimiento distinto, se desperdicia una cantidad distinta de kiwi.

En la figura V.1.2 se puede observar la distribución de efectos sobre el componente del color b^* .

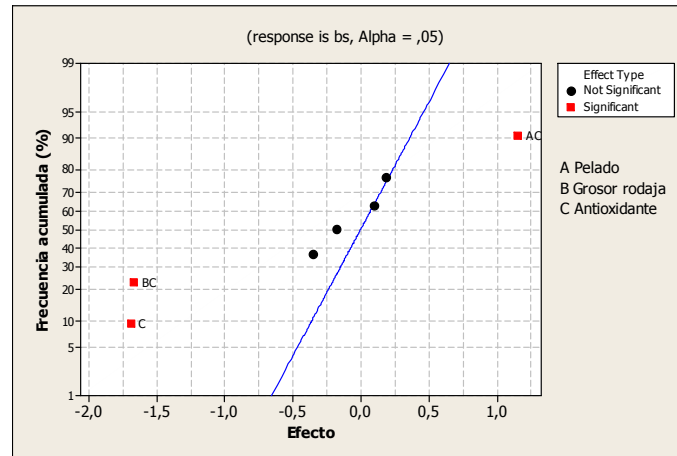


Figura V.1.2. Distribución de los efectos sobre la variable b^* en papel probabilístico normal

Se observa un efecto significativo del factor C, es decir, presencia o no de antioxidante, y de sus interacciones con el factor A y el B. Esto podría indicar presencia de antioxidante lo cual provocaría que el kiwi en la zona de las semillas tuviera menos color amarillo, dado que la componente b^* del color indica contribución al amarillo. En el resto de estas gráficas de distribución de efectos sobre las distintas variables que se estudian no se observa ningún efecto significativo. Por tanto, el factor tipo de pelado afecta significativamente a la variable rendimiento obteniéndose un mayor rendimiento con el pelado por choque térmico. El factor grosor de la rodaja presenta un efecto significativo sobre la variable rendimiento. En base a este ensayo se selecciona un tamaño de grosor de rodajas de 1 cm.

4.2.2. Segundo ensayo factorial de optimización

Se realiza un segundo ensayo factorial en base a los resultados obtenidos en el primero, este ensayo se realiza para confirmar la influencia del sistema de pelado (A) y adición de antioxidante (C). Además, se plantean el análisis de otros factores que pueden ejercer influencia en este proceso industrial, utilización del escaldado (B) y tipo de pasteurización (D).

Para ello, se plantea un ensayo factorial incompleto de 4 factores con 2 niveles cada uno, es decir, se analizan 2 repeticiones por 2^{4-1} observaciones, por lo que se obtiene un total de 16 observaciones. Los factores estudiados en este ensayo son, el tipo de pelado (A) (manual o térmico), la realización o no del escaldado (B) y la adición o no de antioxidante (C), y la realización de dos tipos de pasteurización (D), una con una temperatura más alta (90 °C) y con

una temperatura más baja (70 °C). Los factores planteados y los niveles considerados se recogen en la tabla V.1.4.

Tabla V.1.4. Factores y niveles del segundo ensayo factorial de optimización

Factor		Nivel (-)	Nivel (+)
A	Tipo de pelado	Manual	Choque térmico
B	Escaldado	No	Si
C	Adición de antioxidante	Si	No
D	Pasteurización	Baja	Alta

Se observa en las representaciones del papel probabilístico normal que, nuevamente, hay efecto significativo del factor A (tipo de pelado) sobre el rendimiento, es decir, dependiendo del tipo de pelado utilizado se obtienen diferentes rendimientos (figura V.1.3).

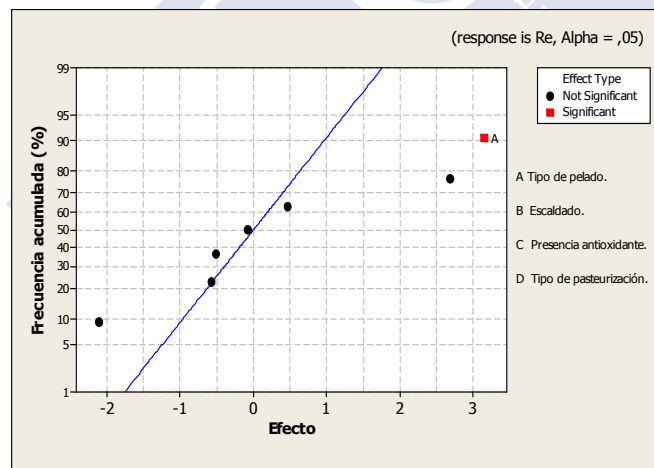


Figura V.1.3. Distribución de los efectos sobre la variable rendimiento en papel probabilístico normal (segundo ensayo factorial de optimización)

Otra de las variables en las que se puede observar algún efecto significativo, según el tipo de pelado y del tipo de pasteurización utilizados, es la variable a^* (figura V.1.4).

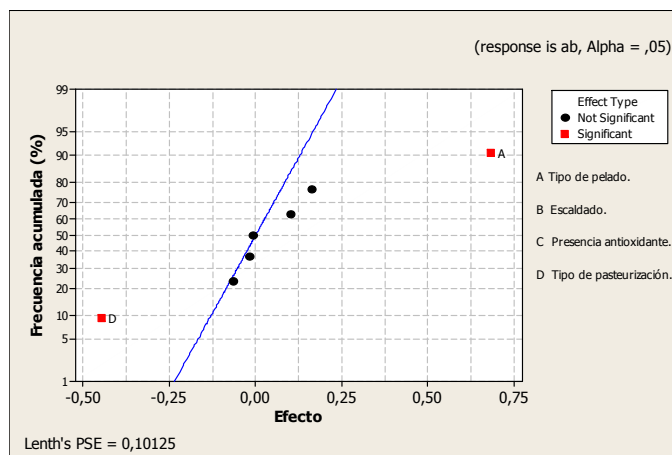


Figura V.1.4. Distribución de los efectos sobre la variable a^* en papel probabilístico normal (segundo ensayo factorial de optimización)

Se comprueba en este ensayo que, ni la adición del antioxidante, ni el escaldado, presentan efectos sobre las variables estudiadas, por lo que se prescinde de su utilización.

Se observa que existe un efecto significativo del sistema de pelado y del tipo de tratamiento término aplicado, por lo que se plantean ensayos independientes para seleccionar las condiciones más adecuadas a utilizar en el proceso de elaboración del kiwi en almíbar.

4.3. Ensayo de pelado

Referencia: Gómez-López y col. (2013) (ver ANEXO)

Una vez comprobada la influencia del sistema de pelado, se plantea un ensayo con la intención de evaluar distintos tipos de pelado y estudiar si hay diferencias significativas entre ellos. Para la optimización del pelado térmico y caustico se realizan test preliminares para establecer el mejor tratamiento en cada caso. Estas pruebas son realizadas una semana antes de la prueba definitiva, los kiwis se retiran de la cámara de frío y se almacenan a temperatura ambiente (21 °C y 70% HR) durante 8 días antes de proceder al pelado.

En el caso del pelado térmico, los kiwis se introducen en agua a 100 °C y a 4 tiempos de inmersión distintos (15, 30, 45 y 60 segundos). El tratamiento de 15 segundos no es suficiente para efectuar el pelado, mientras que tiempos largos (45 y 60 segundos) provoca una pérdida muy elevada de peso (aproximadamente del 25%) debido a la cantidad de pulpa que está unida a la piel. Por tanto, se selecciona el tratamiento durante 30 segundos.

Para estudiar las mejores condiciones de pelado cáustico se ensayan diferentes concentraciones de NaOH (10, 15 y 20%) y tiempos de inmersión (30, 45, 60, 120, 180 y 240 segundos). Se observa que, un incremento en la concentración de NaOH provoca una disminución en el tiempo de pelado (Kaleoğlu y col., 2004) y que un aumento del 20% de NaOH provoca un excesivo reblandecimiento del fruto, lo cual está asociado con pérdidas de firmeza. Además, concentraciones por debajo del 15% de NaOH y tiempos de tratamiento de menos de 4 minutos no son suficientes para llevar a cabo el pelado del kiwi. En base a ello, se selecciona el tratamiento de los kiwis con una solución del 15% de NaOH a 95 °C durante 4 minutos, usado también por otros autores (Guldas, 2003).

En la prueba definitiva (comparación de los mejores condiciones de pelado manual, térmico y químico), los kiwis se extraen de la cámara de frío y se dividen en 3 lotes. Los kiwis del primer lote se pelan el mismo día que se retiran de la cámara, el segundo lote después de 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente y el tercero de los lotes después de 15 días de almacenamiento también a temperatura ambiente. En cada tiempo (1, 8 y 15 días) los kiwis se pelan por los tres sistemas (manual, térmico y químico).

Se mide el tiempo tardado en realizar cada operación y se hacen determinaciones de pérdida de peso, dureza, color CIELab, sólidos solubles, pH y acidez titulable. Con los datos obtenidos se realiza un ANOVA de 2 factores (sistema de pelado y día de pelado) con interacción (tabla V.1.5).

Tabla V.1.5. Resultados del ANOVA de 2 factores (sistema de pelado y día de pelado) con interacción

	p-valor (sistema de pelado)	p-valor (día de pelado)	p-valor (sxd)
Pérdida de peso	***	ns	*
Dureza	ns	***	ns
Tiempo de pelado	***	***	***
L*	ns	ns	ns
a*	***	ns	ns
b*	***	***	ns
C*	***	***	ns
H*	ns	ns	ns
Sólidos solubles	***	ns	ns
pH	ns	***	ns
Acidez total	ns	ns	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

La pérdida de peso está significativamente influenciada por el sistema de pelado (tabla V.1.5). El test de Tukey indica que el pelado manual provoca una pérdida elevada de peso y que el pelado térmico es el que menos pérdidas produce (figura V.1.5). Guldás (2003), encuentra unos valores muy similares en cuanto a pérdida de peso del pelado manual, sin embargo, obtiene menor pérdida de peso con el sistema de pelado manual que con el sistema de pelado químico.

El pelado manual se usa en muchos procesos industriales, sin embargo, tiene serias desventajas, tales como la alta pérdida de peso con la consiguiente reducción de rendimientos y altos costes de mano de obra (Barreiro y col., 1995).

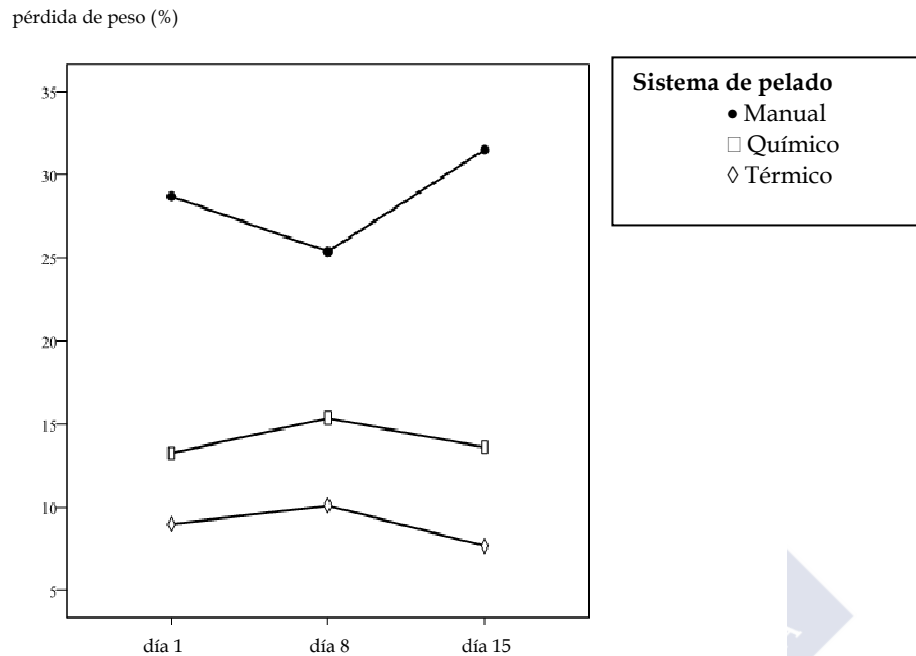


Figura V.1.5. Pérdida de peso del pelado del kiwi para los tres sistemas de pelado y en tres días diferentes

En el caso de la dureza, aunque no se observan diferencias significativas en el factor sistema de pelado, en la figura V.1.6 se puede observar que el pelado químico causa un mayor ablandamiento que los demás sistemas. La causa de este ablandamiento puede ser el uso de un tratamiento térmico excesivo. Garrote y col. (1993) indican que el efecto del calor sobre el tejido provoca una pérdida de rigidez y reducción de turgencia en la piel debido a cambios bioquímicos, ruptura de sustancias tales como pectinas y polisacáridos y, en general, a desorganizaciones de la estructura celular. Llano y col. (2003) también encuentran una mayor pérdida de firmeza al utilizar tiempos de tratamiento más altos.

dureza (kg)

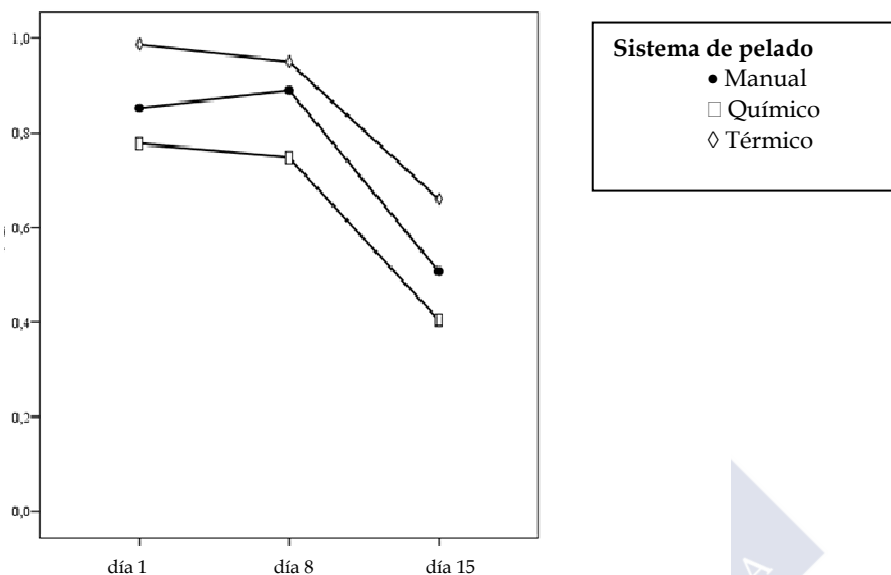


Figura V.1.6. Dureza del kiwi para los tres sistemas de pelado y en tres días diferentes

Es también destacable que el día de pelado del kiwi influye significativamente en la dureza (tabla V.I.5). Esto puede ser debido a pérdidas en la firmeza antes del proceso de pelado (Taglienti y col., 2009). El fruto tiene una dureza mayor (2.53 kg) el día 1 que a los 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente (1.16 kg). Aunque otros autores (MacRae y col., 1989 y Lallu y col., 1989) indican que para la recogida del kiwi el valor de firmeza ha de estar en torno a 0.9 ± 1 kg, este valor no resulta adecuado cuando se va a pelar.

Respecto al efecto del sistema de pelado se observa una influencia significativa sobre el tiempo de pelado (tabla V.1.5). El test de Tukey diferencia el sistema de pelado manual ya que el tiempo requerido para el pelado es mayor (60 segundos) que al utilizar los otros dos sistemas de pelado (30 segundos). También el tiempo de almacenamiento del kiwi de partida ejerce una influencia significativa sobre el tiempo de pelado así, el mejor momento es a los 8 días de almacenamiento de los kiwis a temperatura ambiente.

Se considera que la dureza influye en el tiempo requerido para llevar a cabo el pelado. En los primeros días, cuando el kiwi presenta los valores de dureza más elevados, es más difícil eliminar la piel y se requiere un tiempo más elevado para poder realizarlo.

Después de 15 días de almacenamiento en cámara a temperatura ambiente, el fruto está más blando, y la pulpa está pegada a la piel; por lo que el riesgo de perder cierta cantidad de pulpa es mayor.

En cuanto al color CIELab, en la variable L^* no hay efecto significativo de ninguno de los factores considerados (tabla V.I.5). Para la variable a^* se observan diferencias significativas en función del sistema de pelado (tabla V.I.5) aunque todos los kiwis, después del pelado, mantiene valores negativos de a^* , el test de Tukey diferencia el kiwi sometido al pelado térmico ya que presenta valores más negativos de a^* (mayor contribución al color verde) (figura V.I.7). Por otro lado, el kiwi sometido al tratamiento químico presenta los valores menos negativos (menor contribución al color verde). Llano y col. (2003) obtienen valores de a^* de -4, después de un escaldado durante 5 minutos, valores más bajos que los obtenidos en este estudio al usar el pelado térmico (entre -6.2 y -6.6). En este caso, se usan tiempos de inmersión más bajos, por lo que el color verde se mantiene mejor (Clydesdale y Francis, 1976, Robertson, 1985 y Guldás, 2003).

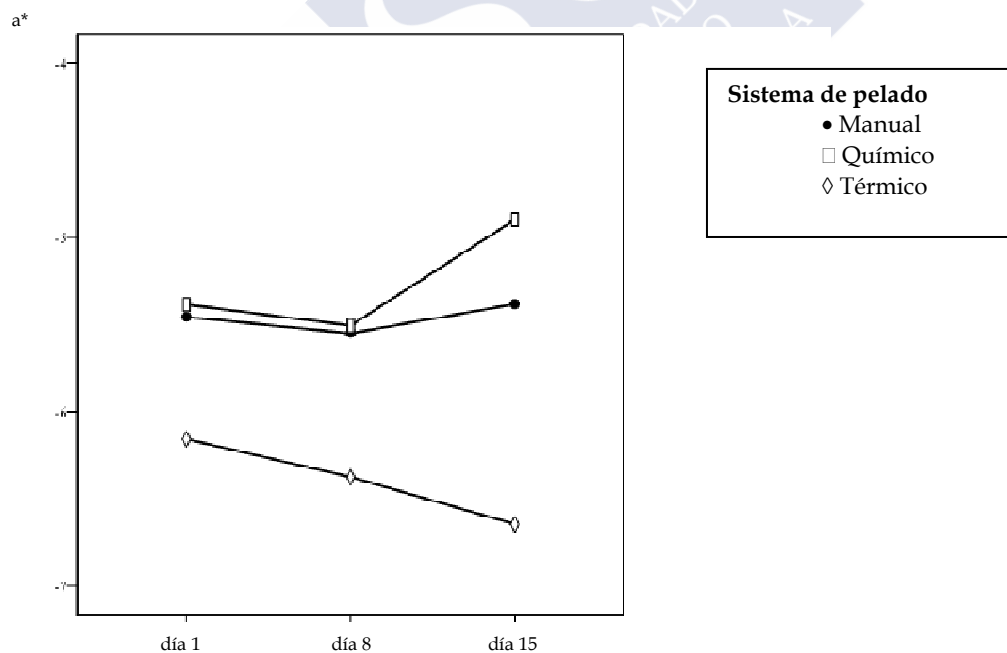


Figura V.1.7. Valor de a^* del pelado del kiwi para los tres sistemas de pelado y en tres días diferentes

Una explicación posible para que el pelado térmico tenga valores de a^* más altos, incluso más altos que el pelado manual, es que se elimina una capa de piel más fina que con el uso de un cuchillo, como se ha comentado anteriormente en la pérdida de peso. Guldás (2003) encuentra valores muy similares de a^* después del pelado químico y manual del kiwi.

Para la variable b^* , existen diferencias significativas dependiendo del día y del sistema de pelado. Los kiwis pelados por el sistema térmico presentan los valores de b^* más altos (alta contribución al amarillo). Guldás (2003) no encuentra, en este parámetro, diferencias entre los sistemas de pelado manual y químico.

El valor de b^* aumenta ligeramente con el tiempo (figura V.1.8). El mismo comportamiento se observa en la variable C^* .

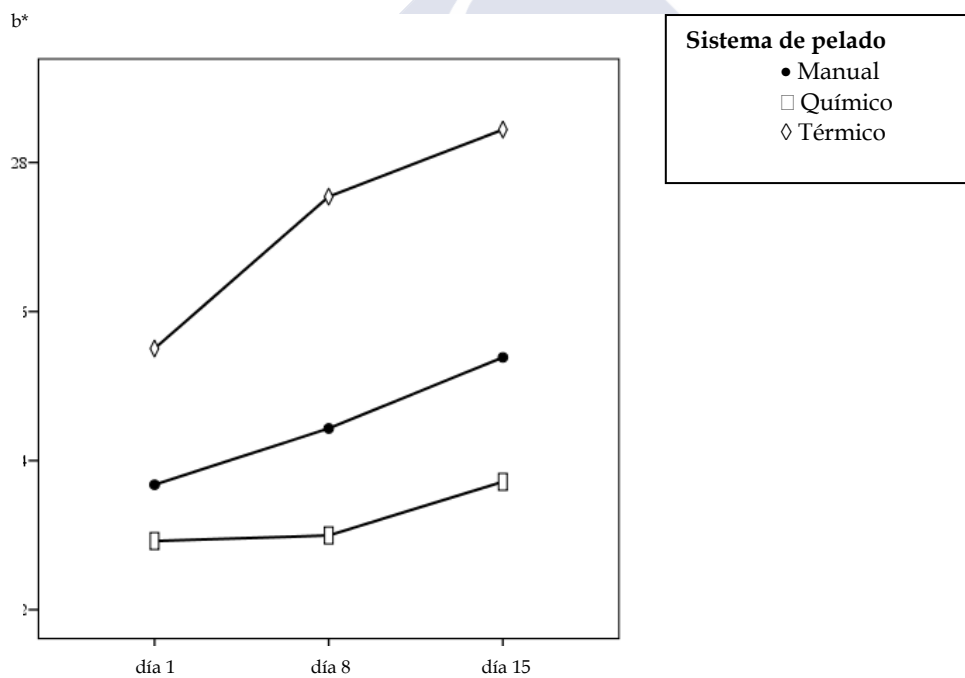


Figura V.1.8. Valor de b^* del pelado del kiwi para los tres sistemas de pelado y en tres días diferentes

Aunque hay diferencias significativas en a^* y b^* , dependiendo del sistema de pelado, las diferencias no son significativas en la relación a^*/b^* ni en la variable H^* (tono). El tono del kiwi pelado se sitúa en 102-103 °, correspondiente a la zona verde-amarilla. Dependiendo del día de pelado, solo en el caso de la relación a^*/b^* , se observa un efecto significativo con tendencia a disminuir. Esta reducción se traduce en un ligero cambio desde el color verde al amarillo (Guldas, 2003). Respecto a los sólidos solubles se observan diferencias significativas en función del sistema de pelado (tabla V.I.5). El test de Tukey indica que el kiwi pelado por el sistema químico tiene valores más bajos que los demás sistemas de pelado (figura V.I.9).

sólidos solubles (°Brix)

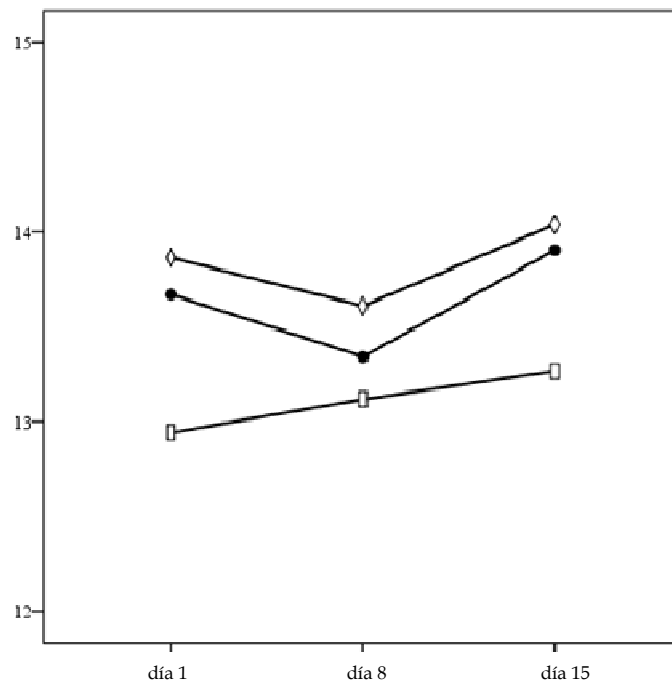


Figura V.I.9. Valor del contenido en sólidos solubles del pelado del kiwi para los tres sistemas de pelado y en tres días diferentes.

El pH y la acidez total del kiwi no se ven afectados por el sistema de pelado (tabla V.1.5). Aunque para el pH existen diferencias significativas dependiendo del día de pelado, las diferencias son inferiores a 0.1 unidades (valores entre 3.45 y 3.55). La acidez de todas las muestras tiene valores de entre 3.5 y 3.8 g de ácido cítrico en 100 g⁻¹ de muestra fresca. Guldás (2003) no encuentra cambios significativos en estos parámetros cuando compara los métodos de pelado manual y químico.

En base a los resultados obtenidos en este ensayo, se considera que el mejor sistema de pelado es por choque térmico por ser el que menores pérdidas de peso provoca y el que mejor mantiene el color verde. El mejor momento para realizar el pelado es a los 8 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

4.4. Ensayo de evacuación del espacio de cabeza

Los métodos que se utilizan son la evacuación por calor mediante la adición del líquido de cobertura caliente, en este caso el almíbar, la evacuación por rebose del líquido de cobertura, la evacuación por arrastre con gas nitrógeno y la evacuación por arrastre con vapor de agua. Se elaboran 10 botes de kiwi en almíbar por cada método de evacuación del espacio de cabeza y en cada uno se realizan las determinaciones de color CIELab, sólidos solubles, pH y acidez total. Sobre los datos obtenidos se aplica un ANOVA de 1 factor (método de evacuación del espacio de cabeza) (tabla V.1.6).

Tabla V.1.6. Resultados del ANOVA de 1 factor (método de evacuación del espacio de cabeza) sobre las variables físico-químicas

Variables	p-valor (evacuación del espacio de cabeza)
L	ns
a*	ns
b*	ns
H	ns
C*	ns
°Brix	**
pH	ns
acidez total	**

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Se observa que solo existen diferencias significativas en las variables °Brix y acidez titulable situándose estas diferencias entre el método por rebose y los otros tres métodos. Como resumen de este ensayo, al existir únicamente diferencias en el °Brix y la acidez total en función del sistema de evacuación del espacio de cabeza, se decide seleccionar el método de evacuación por calor al adicionar el líquido de cobertura caliente. La razón es que en las condiciones de trabajo de la planta piloto y de una empresa artesanal es el método más adecuado por su mayor facilidad y menor coste económico.

4.5. Ensayo de tratamiento térmico

Para calcular el tiempo de tratamiento térmico se tiene en cuenta que la conserva elaborada presenta un pH inferior a 3.7. Esta es una característica de alimentos muy ácidos para los cuales el tratamiento está orientado hacia el control de bacterias no esporuladas, levaduras y mohos, agentes que pueden ser controlados generalmente mediante tratamientos térmicos inferiores a 100 °C. Por esta razón se establece como tratamiento térmico la pasteurización (Brown, 1994, Casp y Abril, 1999, Sielaff y Schleusener, 2000, Tucker, 2004 e Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2005). Así pues, las muestras de kiwi en almíbar se introducen en el equipo de pasteurización, en tres de los botes se introducen unas sondas para conocer el tiempo necesario para que el producto alcance la temperatura de pasteurización. Se controla también la temperatura del agua del equipo de pasteurización con otra sonda (figura V.1.10).



Figura V.1.10. Sondas para tratamiento térmico

Previamente, se realizan los cálculos necesarios para establecer el tiempo de muerte térmica a la temperatura a la cual se trabaja. Para realizar los cálculos se toma como referencia el moho *Byssoschlamys fulva*, que es la especie de mayor importancia en la mayoría de las frutas ácidas conservadas en almíbar. Su temperatura óptima de crecimiento es de 30-37 °C, resulta altamente resistente al calor y actúa descomponiendo el material pectínico. El tiempo de

muerte térmica para este microorganismo a 93.3 °C es de 3.5 minutos, con una $z=8.3$ °C (Ranganna, 1997). Para ello, se utiliza la siguiente relación:

$$F_T = F_{ref} * 10^{\frac{T_{ref}-T}{z}}$$

Siendo:

F_T = Tiempo de muerte térmica a la temperatura de trabajo.

F_{ref} = Tiempo de muerte térmica a la temperatura de referencia. En este caso va a ser de 93.3 °C.

z = Temperatura de reducción decimal. Su valor es de 8.3 °C.

De esta forma se calcula el tiempo que es necesario aplicar el tratamiento de pasteurización a la temperatura de trabajo, para que esa relación tiempo/temperatura sean equivalentes a las de referencia. Es decir, hay que mantener los frascos de kiwi en almíbar a la temperatura T , medida en el interior del bote con las sondas, durante el tiempo de muerte térmica F_T . Este procedimiento supone que el calentamiento y el enfriamiento de los botes son instantáneos, pero en realidad esto no es así. En estos experimentos se tiene en cuenta la curva de calentamiento. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$F_{93,3} = \int_0^t 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}} dt = \int_0^t L dt$$

Donde:

$F_{93,3}$ = Tiempo de muerte térmica a la temperatura de referencia de 93.3 °C

Temperatura de referencia = 93.3 °C

$z = 8.3$ °C

L = letalidad

Esta igualdad expresa que el tiempo de muerte térmica a la temperatura de referencia es igual a la integral a intervalos de tiempo infinitesimales de la letalidad (L).

En este ensayo se pretende estudiar 3 tipos de pasteurización con diferentes relaciones tiempo-temperatura, es decir, es un mismo proceso térmico con una única diferencia, la relación tiempo-temperatura. Se realizan 4 repeticiones del proceso por cada tipo de pasteurización y en cada repetición se obtienen 7 frascos de kiwi en almíbar. Se realizan, por tanto, 12 pasteurizaciones (3 tipos de pasteurización y 4 repeticiones por tipo de tratamiento).

Las 3 temperaturas que se aplican en este ensayo son 80, 86 y 93 °C (temperatura máxima que se alcanza en el interior de los frascos en el proceso de pasteurización). En la tabla V.1.7 se exponen las temperaturas con los tiempos de duración del tratamiento. Los cálculos de los tiempos de muerte térmica se realizan con relación al moho *Byssoschlamys fulva*.

Tabla V.1.7. Valores de temperatura y tiempo de muerte térmica equivalente, calculado para el microorganismo *Byssoschlamys fulva*.

Tipo de pasteurización	Temperatura (°C)	Tiempo de muerte térmica (F _T) (minutos)
Baja	80	140.1
Media	86	26.5
Alta	93	2.9

Se tiene en cuenta la curva de calentamiento de la pasteurización, (pues el calentamiento y enfriamiento no son instantáneos) por lo que se recogen las temperaturas aplicadas y los tiempos empleados en las pasteurizaciones en las distintas repeticiones (tabla V.1.8).

Tabla V.1.8. Temperaturas y tiempos experimentales del tratamiento de pasteurización

Temperatura (°C)	Tiempo durante el que se aplica la pasteurización (min)	Tiempo que se permanece a la temperatura de trabajo (min)
80	137	126
80	138	127
80	131	120
80	135	124
86	38	23
86	41	23
86	40	22
86	39	21
93	22	1
93	21	1
93	22	1
93	21	1

El tiempo durante el que se aplica la pasteurización, se refiere al tiempo comprendido entre el momento en que las tres sondas introducidas en los frascos alcanzan una temperatura media de 50 °C y el momento en el que empieza el enfriamiento. El tiempo a la temperatura de trabajo, es el tiempo en que la temperatura media de las tres sondas permanece a la temperatura a la cual se está haciendo la pasteurización. Para comprobar que la pasteurización está correctamente realizada se utilizan pruebas microbiológicas de recuento de mesófilos y de termófilos. Para realizar estas pruebas se selecciona un frasco al azar de cada una de las repeticiones. En el recuento se obtienen valores muy bajos de ufc/g de estos microorganismos por lo que se concluye que las pasteurizaciones se han realizado de una forma satisfactoria.

También se realizan determinaciones fisicoquímicas de color, °Brix, pH y acidez titulable. Para ello se analiza el contenido de los frascos tras ser sometidos a los diferentes niveles de tratamiento térmico y en cada repetición. Los datos obtenidos en las determinaciones de color CIELab, sólidos solubles, pH y acidez total se analizan mediante un ANOVA de 1 factor (nivel de pasteurización) (tabla V.1.9).

Tabla V.1.9. Resultados del ANOVA de 1 factor (nivel de pasteurización) para las variables físico-químicas

Variables	p-valor (nivel de pasteurización)
L*	**
a*	***
b*	**
H*	**
C*	**
°Brix	ns
pH	ns
AT	ns

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Existen diferencias significativas entre los tipos de pasteurización en las variables de color de la pulpa del kiwi. En la figura V.1.11, se corrobora la existencia de estas diferencias significativas entre la pasteurización alta y la pasteurización baja en todas estas variables. La pasteurización alta provoca los valores menores de luminosidad y valores más altos de tono.

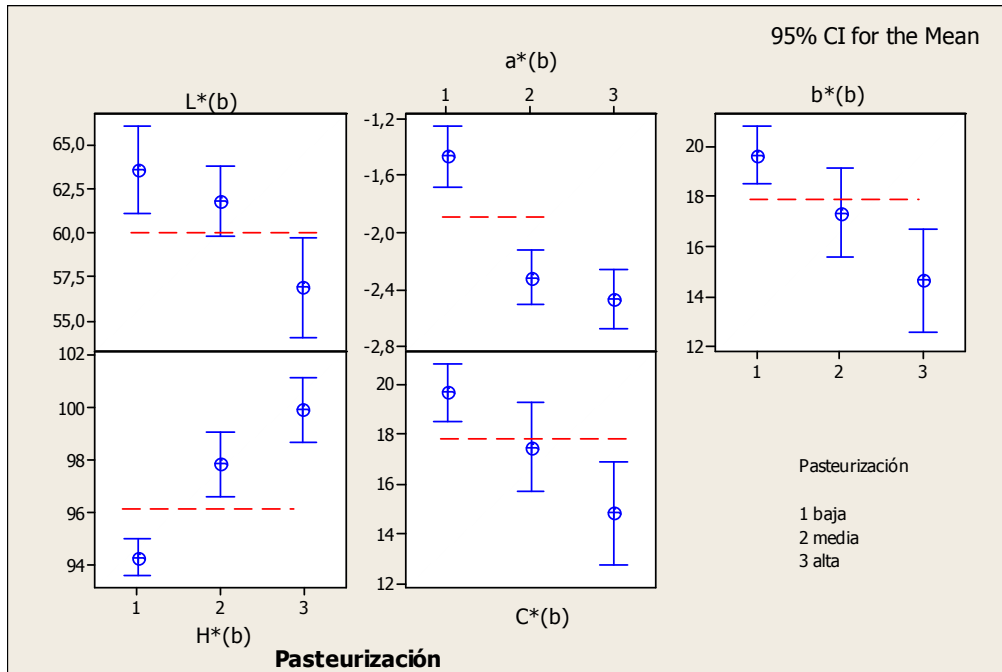


Figura V.1.11. Gráficos de intervalos para los componentes del color de la zona interior de la rodaja de kiwi, frente al tipo de pasteurización

También se puede observar que la pasteurización media presenta valores medios en todos los parámetros. Por tanto, como el tipo de pasteurización afecta significativamente a los parámetros de color del kiwi se selecciona la pasteurización alta que además se realiza en menos tiempo.

4.6. Procedimiento de elaboración definitivo del kiwi en almíbar

Las operaciones que se llevan a cabo para obtener el kiwi en almíbar son las siguientes:

4.6.1. Recepción y selección

Se realiza una selección manual de los kiwis, desechando los frutos que se encuentran en malas condiciones para su procesado.

4.6.2. Pelado

Se realiza el pelado por choque térmico con agua caliente. Se introducen los kiwis en un calentador eléctrico de agua, que mantiene el agua en ebullición durante un periodo de 30

segundos, y pasado este tiempo se duchan con agua a temperatura ambiente. Una vez hecho esto se arranca la piel del kiwi desde la parte de la boca hasta la parte del cáliz.

4.6.3. Troceado

El troceado de los kiwis se realiza con el equipo cortador en donde se obtienen rodajas con un grosor de 1 cm (figura V.1.12).



Figura V.1.12. Troceado de los kiwis

4.6.4. Envasado de la fruta

El envasado se realiza en frascos de vidrio con un volumen de 170 cm³, con tapas metálicas con sello de goma. Tanto los frascos como las tapas son previamente esterilizados, mediante su introducción durante unos minutos en agua a ebullición (figura V.1.13).



Figura V.1.13. Envasado de la fruta

Las rodajas de kiwi se introducen de forma manual hasta completar un peso de 110 g de fruta en cada bote.

4.6.5. Adición de almíbar

Se realiza de forma manual, añadiendo el almíbar caliente (70-80 °C) con una jarra de vidrio, hasta llegar al nivel adecuado (figura V.1.14).



Figura V.1.14. Adición de almíbar

El almíbar se prepara añadiendo el azúcar sobre agua caliente removiendo continuamente hasta conseguir su total disolución. Es importante que el agua no llegue a ebullición, porque esto supondría que el almíbar sería más concentrado de lo deseado.

4.6.6. Evacuación del espacio de cabeza y cierre del envase

La evacuación del espacio de cabeza se realiza mediante la adición del almíbar caliente. Una vez añadido el almíbar caliente, se cierra parcialmente las tapas de los envases y se mantienen así durante unos segundos para eliminar el aire, tras esa operación se completa el cierre de los envases.

4.6.7. Tratamiento térmico

Las muestras de kiwi en almíbar son introducidas en el equipo de pasteurización, para ser sometidas a pasteurización alta (93 °C) durante un minuto. Para controlar exactamente el tiempo de tratamiento, se introducen sondas en tres de los frascos. Se controla también la temperatura del agua del equipo de pasteurización con otra sonda (figura V.1.10).

5. Conclusiones

Se optimiza el proceso de elaboración del kiwi tras seleccionar:

- El sistema de pelado por choque térmico, por presentar mejores rendimientos, preservar mejor el color del kiwi y ser más rápido que el pelado manual.
- La presentación del kiwi en rodajas de 1 cm ya que proporciona mayores rendimientos.
- No utilizar el escaldado ya que no afecta a ninguna de las variables estudiadas y esto además, permite simplificar el proceso.
- No añadir ácido ascórbico como antioxidante al observar un efecto dudoso del mismo.
- La adición del almíbar en caliente como método para evacuar el espacio de cabeza.
- La pasteurización alta (93 °C) durante 1 minuto, ya que es necesario menos tiempo para realizarla, presenta una mayor facilidad para el control de la temperatura y preserva mejor el color del kiwi.

6. Bibliografía

- Arbones-Macínheira E, Gómez-Fernández J y Vázquez-Adan E. (2001).** "Las instalaciones de aire comprimido en las industrias agroalimentarias". Editorial Trymar, Lugo.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005).** Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Current Through Revision # 1. Gaithersburg. USA.
- Barreiro J.A., Caraballo V. y Sandoval A.J. (1995).** Mathematical model for the chemical peeling of spherical foods. *Journal of Food Engineering*, 25, 483-496.
- Box G., Hunter W.G. y Hunter J.S. (1989).** "Estadística para investigadores". Editorial Reverté, Barcelona.
- Brown K. L. (1994).** Principios de la conservación mediante calor. En: "Procesado térmico y envasado de los alimentos". J. A. G. Rees y J. Bettison (eds). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Brownmiller C., Howard L.R. y Prior R.L. (2009).** Processing and Storage Effects on Procyanidin Composition and Concentration of Processed Blueberry Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1896-1902.
- Burrows G. (1997).** "Producción de frutas térmicamente procesadas y de frutas congeladas". En: *Procesado de frutas*. D. Arthey y P. R. Ashurst (eds.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Casp A. y Abril J. (1999).** Procesos de conservación de alimentos. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Clydesdale F.M. y Francis F.J. (1976).** Pigments. Part I in *Principles of Food Science* (O.R. Fennema, ed.) pp. 386-392, Editorial Marcel Dekker, New York.

- Codex Stand (1981).** Norma para compotas (conservas de frutas) y jaleas. CODEX STAN 79-1981.
- Garrote R.L., Coutaz V.R., Luna J.A., Silva E.R. y Bertone R.A. (1993).** Optimizing processing conditions for chemical peeling of potatoes using response surface methodology. *Journal of Food Science*, 58, 821-826.
- Gerschenson L.N., Rojas A.M. y Marangoni A.G. (2001).** Effects of processing on kiwi fruit dynamic rheological behaviour and tissue structure. *Food Research International*, 34, 1-6.
- Gómez-López M., García-Quiroga M., Arbones E., Vázquez-Odériz M.L. y Romero-Rodriguez M.A. (2013).** Comparison of different peeling systems for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward). *International Journal of Food Science and Technology* (in press).
- Guillén Salvador A. (1988).** "Introducción a la neumática". Editorial Marcombo, Barcelona.
- Guldas M. (2003).** Peeling and the physical and chemical properties of kiwi fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27, 271-284.
- Ibarz A. y Barbosa-Cánovas G.V. (2005).** "Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos". Editorial Mundi-Prensa, Madrid.
- Jiménez A.M., Martínez-Tomé M., Egea I., Romojaro F. y Murcia M. A. (2008).** Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot (*Prunus armeniaca v. bulida*). *European Food Research and Technology*, 227, 125-134.
- Kaleoğlu M., Bayindirli L. y Bayindirli A. (2004).** Lye peeling of 'Tombul' hazelnuts and effect of peeling on quality. *Food and Bioproducts Processing*, 82, 201-206.
- Lallu N., Searle A.N. y MacRae E.A. (1989).** Investigation into ripening and handling strategies for early season kiwifruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47, 387-400.
- Lespinard A.R., Bambichaa R.R. y Mascheronia R.H. (2012).** Quality parameters assessment in kiwi jam during pasteurization. Modelling and optimization of the thermal process. *Food and Bioproducts Processing*, 90, 799-808.
- Llano K.M., Haedo A.S., Gerschenson L.N. y Rojas A.M. (2003).** Mechanical and biochemical response of kiwifruit tissue to steam blanching. *Food Research International*, 36, 767-775.
- MacRae E.A., Lallu N., Searle A.N. y Bowen J.H. (1989).** Changes in the composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49, 413-430.
- Manoranjan K., Raj K. y Sangita S. (1998).** Utilization of apple juice concentrate for canning of peach slices. *Journal of Human Ecology*, 9, 621-623.
- Minitab INC. (2003).** Minitab Realase 14. Statistical Software for Windows. USA.

- Nunes Damaceno M. (2007).** "Caracterización y procesado de kiwi y fresa cultivados por diferentes sistemas". Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Orden de 21 de Noviembre de 1984** de la Presidencia del Gobierno, que aprueba la Norma de calidad para las conservas vegetales. BOE 30/11/1984, núm. 287 a 289 rect. BOE 10 y 12 de enero de 1985, núm. 9 y 11.
- Potter H. N. y Hotchkiss (1999).** "Ciencia de los alimentos". Editorial Acribia, Zaragoza.
- Ranganna S. (1977).** "Hanbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products". Editorial McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Real Decreto 2420/1978.** Conservas. Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de las conservas vegetales. BOE 12/10/1978, núm. 244, pág. 23702; rect. BOE 8/11/1978, núm. 267.
- Reglamento CEE 558/1993** de la Comisión de 10 de marzo de 1993 relativo al método refractométrico para la determinación del residuo seco soluble en los productos transformados a base de frutas y hortalizas. DOL 11/03/1993, núm. 58.
- Reglamento CE 1535/2003** de la Comisión, de 29 de agosto de 2003 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento CE 2201/1996 del Consejo en lo relativo al régimen de ayuda en el sector de los productos transformados a base de frutas y hortalizas. DOL 30/08/2003, núm. 218.
- Reglamento CE 1673/2004** de la Comisión, de 24 de septiembre de 2004 por el que se establece la norma de comercialización aplicable a los kiwis. DOL 25/09/2004, núm 300.
- Robertson G.L. (1985).** Changes in the chlorophyll and pheophytin concentrations of kiwi fruit during processing and storage. Food Chemistry, 17, 25-32.
- Serrano Nicolas A. (1997).** "Neumática". Editorial Paraninfo, Madrid.
- Sielaff H. y Schleusener H. (2000).** Cinética de la destrucción de microorganismos, inactivación de enzimas y alteraciones por efecto del calor. En: "Tecnología de la fabricación de conservas". H. Sielaff (coord.). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Taglienti A., Massantini R., Botondi R., Mencarelli F. y Valentini M. (2009).** Postharvest structural changes of Hayward kiwifruit by means of magnetic resonance imaging spectroscopy. Food Chemistry, 114, 1583-1589.
- Tucker G.S. (2004).** Validación de los procesos térmicos. En: "Tecnologías térmicas para el procesado de alimentos". P. Richardson (ed.), Editorial Acribia, Zaragoza.
- Varoquaux P., Lecendre I., Varoquaux F. y Souty M. (1990).** Change in firmness of kiwi fruit after slicing. Science des Aliments, 10, 127-139.

V.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DEL KIWI EN ALMÍBAR

1. Introducción

Desde el punto de vista del consumidor, la obtención de nuevos productos derivados de la fruta puede ser una buena opción cuando se pretende seguir consumiendo fruta pero de forma alternativa al consumo en fresco. Por otro lado, desde el punto de vista industrial, el procesado de frutas, no sólo es una forma de obtener alimentos con alto valor añadido sino que también es un medio para revalorizar los productos de destrío y los excesos de producción.

No obstante, la aplicación del tratamiento térmico durante el procesado, puede originar en las frutas la pérdida de nutrientes y formación de aromas, texturas y/o colores indeseables. El proceso térmico causa efectos tales que hacen que la fruta conservada difiera respecto de la original (Lespínard y col., 2012).

Autores como Beutel y col. (1976) y Cano y Marín (1992) estudian los cambios producidos en la composición y en las propiedades organolépticas del kiwi en conserva frente al fresco, observándose diferencias entre ellos.

Lespínard y col. (2012) indican que el correcto diseño y optimización del proceso térmico presenta elevada relevancia cuando lo que se intenta es minimizar las pérdidas de calidad.

Es por ello que se decide realizar el estudio de la caracterización físico-química y sensorial del kiwi procesado mediante conservación en almíbar. El fin último es evaluar los cambios que se producen en el producto final respecto a la materia prima y conocer cómo los posibles cambios pueden afectar a las características del producto elaborado.

2. Objetivos

Estudiar la influencia del proceso de elaboración de kiwi en almíbar sobre las características del kiwi de partida.

Estudiar la influencia de la materia prima (procedente del cultivo convencional y ecológico) y del procedimiento de elaboración (convencional y ecológico) sobre las características físico-químicas y sensoriales del kiwi en almíbar.

Evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características físico-químicas y sensoriales del kiwi en almíbar.

3. Material y métodos

3.1. Materia prima

Para la realización de este estudio se trabaja con kiwis de destrío recogidos en la misma zona de producción (O Rosal, Pontevedra), procedentes de dos sistemas de cultivo diferentes (ecológico y convencional) y pertenecientes a la campaña 07-08. Las características de las muestras están detalladas en el capítulo III.

Para el almíbar, se utiliza azúcar blanquilla comercial y azúcar ecológico ambos envasados en paquetes de 1 kg.

3.2. Muestras

Con los dos tipos de materia prima (kiwi convencional y kiwi ecológico) y los dos procesados (almíbar convencional y almíbar ecológico), y siguiendo el proceso de elaboración optimizado y detallado en el capítulo anterior, se obtienen cuatro productos de kiwi en almíbar. Para una mejor y más fácil interpretación de estos productos, se asignan las siglas indicadas en la tabla siguiente.

Tabla V.2.1. Asignación de nombre a las muestras de kiwi en almíbar

Asignación de nombre	Materia prima	Procesado
EE	ecológico	ecológico
CC	convencional	convencional
EC	ecológico	convencional
CE	convencional	ecológico

Los cuatro productos elaborados se analizan recién procesados y a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), realizándose muestreos cada 21 días, hasta un total de 8 muestreos.

3.3. Determinaciones físico-químicas

Las determinaciones que se realizan sobre el kiwi en fresco y los productos industrializados son los parámetros de color CIELab, sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), pH, acidez titulable, actividad de agua (a_w) y materia seca. Ver apartados 3.3.4 - 3.5.9 del capítulo V.1.

3.4. Características técnicas de las conservas

Referencias: Codex Stan (1981), Orden de 21 de noviembre de 1984, Orden de 12 de febrero de 1987 y Real Decreto 1472/1989.

Peso Neto:

Cantidad del producto que existe en el interior del envase, medido por la diferencia entre el peso del producto en el recipiente y el peso del recipiente sin producto. Se expresa en g. El peso neto mínimo para conservas vegetales en almíbar ligero es aproximadamente el 90% de la cantidad nominal del recipiente.

Peso Escurrido:

Cantidad de producto (expresado en peso) que contiene el envase, determinado tras permanecer el producto sobre un tamiz, ligeramente inclinado, de malla de 5 mm y alambre de 1 mm, durante 2 minutos. La superficie del tamiz no será superior a la equivalente a un círculo de 20 cm de diámetro, para los envases de formato igual o menor a 850 mL. El peso escurrido del producto no debe ser inferior al 60% de su cantidad nominal.

Cantidad nominal o capacidad de agua del recipiente:

La cantidad nominal es el volumen de agua destilada a 20 °C que cabe en el recipiente herméticamente cerrado cuando está completamente lleno.

Los resultados se expresan en volumen de agua y además son utilizados para enunciar el llenado mínimo de los recipientes: 90% de la capacidad de agua; y el escurrido mínimo requerido: 60% de la capacidad de agua del recipiente.

3.5. Determinaciones microbiológicas

En los productos terminados se determinan aerobios totales y *Bacillus stearothermophilus*. Debido a que el kiwi es un alimento muy ácido (pH<4) no se realizan pruebas microbiológicas para *Clostridium botulinum*, puesto que este microorganismo a pH menor de 4.6 ni se desarrolla ni origina toxinas.

3.5.1. Material y aparatos

- Agitador termomagnético, *Velp Scientifica*.
- Autoclave *P-Selecta*, modelo Auterter-G.
- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0.01g.
- Dos estufas, *Ladabal*, modelo IDL-CI-80.
- Mechero Bunsen *P-Selecta*, Cód.

- Micropipetas y puntas.
- Placas Petri.
- Stomacher IUL Instruments Nr 1361/470.
- Tubos de ensayo.

3.5.2. Preparación de métodos

PCA (plate count agar)

Composición:

- Tryptone..... 5 g L⁻¹
- Glucosa..... 1.0 g L⁻¹
- Yeast extract..... 2.5 g L⁻¹
- Agar..... 15.0 g L⁻¹
- pH 7.0 ± 0.2 a 25 °C

Preparación:

Se suspenden 23.5 g en 1 L de agua destilada y se calientan hasta completar la disolución. Finalmente, se esteriliza en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.

Agua de pectona

Composición:

- Peptona..... 10 g L⁻¹
- Cloruro de sodio..... 5.0 g L⁻¹
- pH 7.2 ± 0.2 a 25 °C

Preparación:

Se suspenden 15 g en 1 L de agua destilada, se agita hasta completar la disolución, se distribuye en tubos y se esteriliza en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.

TSA (soja triptona agar)

Composición:

- Peptona de soja..... 5.0 g L⁻¹
- Peptona de caseína..... 15.0 g L⁻¹
- Cloruro de sodio..... 5.0 g L⁻¹

- Agar..... 15 g L⁻¹
- pH 7.3 ± 0.2 a 25 °C

Preparación:

Se suspenden 40 g en 1 L de agua destilada, se calienta y se agita hasta ebullición. A continuación, se hierve durante 1 minuto y se esteriliza en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.

3.5.3. Preparación de muestras

Referencia: Jay (1993)

Se pesan 25 g de alimento en condiciones asépticas y se introduce en una bolsa para *Stomacher* estéril. Se añaden 225 mL de agua de peptona y se homogeniza la muestra durante 15 segundos, para obtener la suspensión madre (dilución 1:10 del alimento). Se preparan los tubos de ensayo para realizar las diluciones con 9 mL de agua de peptona y transferir 1 mL de la suspensión madre a uno de los tubos mediante pipeta estéril. Finalmente, se mezcla bien y se repite esta operación las veces que se consideren necesarias. De esta forma se obtiene la “serie de diluciones decimales”.

3.5.4. Recuento de microorganismo aerobios totales

Referencia: Thatcher (1976)

A partir de la serie de diluciones decimales se deposita con pipeta estéril 1 mL de cada dilución en tantas placas de Petri estériles como sea necesario. Se añaden aproximadamente 15 mL de PCA previamente atemperado a unos 47 °C a cada placa y se mezcla perfectamente el medio y el inóculo con movimientos circulares de la placa en el mismo sentido y en sentido contrario a las agujas del reloj. Finalmente, se deja solidificar, se invierten las placas y se introducen en estufa donde se incuban a 30 °C durante 3 días.

3.5.5. Recuento de *Bacillus Stearothermophilus*

Referencia: Nickerson y col. (1978)

A partir de la serie de diluciones decimales se depositan con pipeta estéril 1 mL de cada dilución en tantas placas de Petri estériles como sea necesario, se añade a cada placa aproximadamente 15 mL de TSA previamente atemperado a unos 47 °C y se mezcla perfectamente el medio y el inóculo con movimientos circulares de la placa en el mismo

sentido y en sentido contrario a las agujas del reloj. Finalmente, tras dejar solidificar, se invierten las placas y se introducen en la estufa a 55 °C durante 5 días.

3.6. Análisis sensorial

En primer lugar, se elabora el protocolo experimental, según un diseño en bloques completos al azar. Los pasos a seguir son los indicados en la Norma UNE 87008:1992, para ello se seleccionan aleatoriamente el mismo número de muestras de cada sistema de cultivo, se define el orden aleatorio de presentación de las muestras para cada persona teniendo en cuenta que en total el producto debe ser evaluado el mismo número de veces y se codifican las muestras con un número de tres cifras elegidas al azar.

De cada tipo de producto se presenta a cada catador una rodaja de kiwi en almíbar a temperatura ambiente, en un plato de plástico blanco codificado.

Para elaborar el perfil sensorial de los kiwis en almíbar se llevan a cabo 8 sesiones. En cada sesión se presenta, a cada catador y en orden aleatorio, un total de cuatro muestras correspondientes a los diferentes tipos de kiwi en almíbar (EE, CC, EC y CE).

El panel de catadores está compuesto por un total de 10 jueces que ya había participado en la evaluación sensorial de kiwi en almíbar. El equipo de catadores se reúne una vez a la semana, durante aproximadamente una hora, para efectuar el análisis sensorial de las muestras. La sala de cata empleada está detallada en el apartado 3.2 del capítulo IV.4.

3.6.1. Prueba discriminativa. Test Triangular

Norma UNE 87006:1992 (anulada por la Norma UNE-EN ISO 4120:2008)

Objetivo

Mediante esta prueba se pretende conocer si existen diferencias entre muestras (Meilgaard y col., 1999). Al sujeto se le presentan tres muestras de las cuales dos son idénticas, debiendo identificar la muestra única.

Material y aparatos

- Agua
- Platos de plástico
- Cuchillos
- Tenedores
- Servilletas
- Bolígrafos

Procedimiento

El protocolo experimental es similar al empleado para las pruebas descriptivas explicadas en el apartado anterior. Se les presenta a los catadores, de forma simultánea, tres muestras en platos de plástico codificadas con cifras de 3 dígitos. Dos de las muestras son iguales, el catador debe identificar cuál es la diferente y señalarla en la ficha de cata.

3.6.2. Perfil sensorial descriptivo cuantitativo

El perfil sensorial descriptivo cuantitativo está compuesto por atributos sensoriales capaces de definir las características del producto a evaluar. A continuación se procede a la definición de los descriptores seleccionados. Para ello, se utilizan términos incluidos en el vocabulario de análisis sensorial de la Norma UNE-EN ISO 5492:2010 y el diccionario de la Real Academia Española (2001). Las definiciones de dichos descriptores se presentan en la tabla V.2.2.

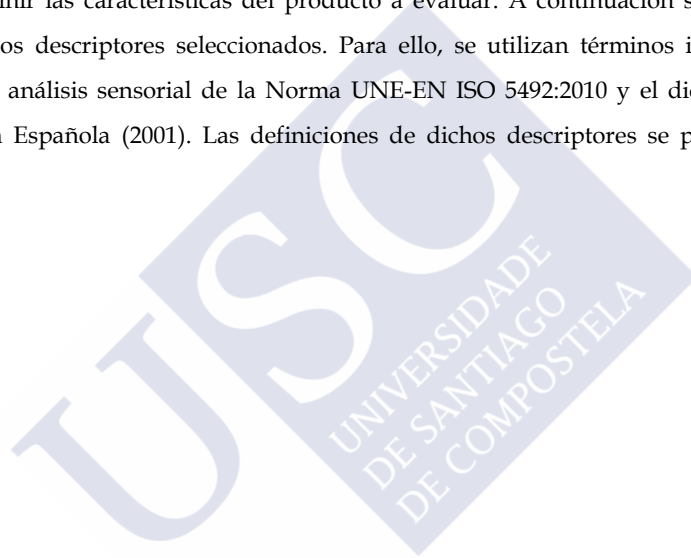


Tabla V.2.2. Definición de los descriptores

<i>Turbidez</i>	<i>Falta de transparencia en un líquido debido a la presencia de partículas en suspensión.</i>
<i>Intensidad olor</i>	<i>Sensación percibida por medio del órgano olfatorio al oler ciertas sustancias volátiles al acercar a la nariz el kiwi en almíbar.</i>
<i>Olores extraños</i>	<i>Sensación olfativa percibida por la presencia de un olor fuera de lo común.</i>
<i>Color de la pulpa</i>	<i>Sensación de tono, saturación y claridad inducida por estimulación de la retina por ondas luminosas de varias longitudes de onda.</i>
<i>Intensidad flavor</i>	<i>Combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación.</i>
<i>Sabor dulce</i>	<i>Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o sintéticas como la sacarosa o el aspartamo.</i>
<i>Sabor ácido</i>	<i>Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de las sustancias ácidas (por ejemplo, ácido cítrico y ácido tartárico).</i>
<i>Jugosidad</i>	<i>Atributo de superficie que describe la percepción del agua absorbida o liberada por un producto, grado de humedad de la muestra al masticarla.</i>
<i>Consistencia</i>	<i>Atributo mecánico detectado por la estimulación de los receptores táctiles o visuales.</i>
<i>Fibrosidad</i>	<i>Atributo geométrico de textura relacionado con la percepción de la forma y orientación de partículas o filamentos largos orientados en la misma dirección.</i>
<i>Astringencia</i>	<i>Sensación compleja acompañada por la contracción, tirantez y fruncimiento de la piel o mucosa bucal producida por sustancias tales como los taninos del caqui o los taninos del endrino (ciruelo silvestre).</i>

A continuación, en la tabla V.2.3, se muestran las referencias utilizadas para evaluar los diferentes descriptores y, en aquellos atributos que se consideró necesario, la técnica de evaluación.

Tabla V.2.3. Referencias y técnicas de evaluación para los descriptores del kiwi en almíbar

Color de la pulpa	El punto medio de la escala se corresponde con la referencia 3985u de la carta de color Pantone®.
Sabor dulce	El punto mínimo, medio y máximo se corresponden con disolución en concentración de 5, 15 y 25 g L ⁻¹ de sacarosa, respectivamente.
Sabor ácido	El punto mínimo, medio y máximo corresponde con disolución en concentración de 0.38, 0.90 y 1.40 g L ⁻¹ de ácido cítrico, respectivamente.
Jugosidad	El punto medio de la escala se corresponde con la pera en almíbar.
Consistencia	Los extremos son la mermelada de ciruela, para el extremo inferior y dulce de membrillo para el extremo superior. Se aplasta la muestra de kiwi contra el paladar ayudando de la lengua para medir la fuerza que se necesita para su deformación, teniendo cuidado de que toda la muestra apoye en todos sus puntos en el paladar.
Fibrosidad	Los extremos de la escala son el melocotón (extremo inferior) y la piña (extremo superior). Se toma una muestra de kiwi y se evalúa tras 5-6 masticaciones.
Astringencia	El punto mínimo y máximo corresponde con disolución en concentración de 0.15 y 0.20 g L ⁻¹ de ácido tánico, respectivamente. Se evalúa trascurridos unos 30 segundos después de tragar la muestra.
Olores extraños	Se huele dos o tres veces, y en caso de presencia, identificar el/los olor/es.

Junto con cada muestra de kiwi en almíbar se le proporciona a cada juez la ficha de cata. Esta ficha constituye un elemento esencial en la evaluación sensorial de un producto.

FICHA DE CATA PARA LA EVALUACIÓN DE KIWI EN ALMÍBAR

PRODUCTO ENTERO

Turbidez: ☐ claro ☐ bastante claro ☐ algo turbio ☐ turbio

Intensidad olor:

Olores extraños: ☐ presencia ☐ ausencia

En caso de presencia, identificar el/los olores:

Color de la pulpa:

Ref. 3985u

claro oscuro

Kiwi en almíbar _____

EN BOCA

Intensidad flavor:

Sabor dulce:

5 g/L

15 g/L

25 g/L

Sabor ácido:

0.38 g/L

0.90 g/L

1.40 g/L

Jugosidad

Pera en almíbar

Consistencia:

Mermelada de ciruela

Dulce de membrillo

Fibrosidad:

Melocotón

Piña

Astringencia:

0.15 g/L

0.20 g/L

Observaciones:

3.7. Análisis estadístico

Para la realización del análisis se usa el paquete estadístico PASW versión 18 para Windows (Martin, 2007).

Tanto en las determinaciones físico-químicas como en la realización del perfil sensorial, los datos son tratados mediante un ANOVA de 1 factor o cuando se requiera, de 2 factores (tiempo de almacenamiento y producto) con interacción. Cuando hay diferencias significativas, se aplica el test de Tukey, para realizar comparaciones dos a dos de las medias obtenidas.

Se realiza también la prueba de contrastes con el fin de estudiar si las diferencias están influidas por la materia prima empleada o por el proceso de elaboración.

Para el atributo evaluado con una escala de dos puntos se emplea la prueba Q de Cochran (O'Mahony, 1982) y para el atributo evaluado con una escala de cuatro puntos la prueba de Friedman (Martin, 2007).

En la tabla V.2.4 se muestra el resumen de las técnicas estadísticas aplicadas sobre los resultados del perfil sensorial.

Tabla V.2.4. Técnicas y procedimientos para la elaboración del perfil sensorial

	Técnica estadística	Procedimiento
descriptores de escala no estructurada	ANOVA de 2 factores con interacción	Análisis del efecto del tiempo de almacenamiento Análisis del efecto del producto
	Prueba de Duncan	
descriptores de 4 puntos	Prueba de Friedman	Análisis de las diferencias entre muestras
descriptores de 2 puntos	Prueba Q de Cochran	Análisis de las diferencias entre muestras

En la interpretación de los datos obtenidos en las pruebas triangulares (apartado 3.5.2) se emplea la distribución binomial para la probabilidad 1/3. Se contabiliza el número de respuestas correctas y el valor obtenido es comparado (para un nivel de significación del 0.01%) con el número de juicios correctos necesarios en función del número total de pruebas realizadas (Norma UNE 87006:1992, anulada por la Norma UNE-EN ISO 4120:2008). Si el

número de juicios correctos dados por los catadores es superior al tabulado, se puede decir con una confianza del 99.9% que las muestras son diferentes entre sí.

4. Resultados y discusión

4.1. Características técnicas de las conservas de kiwi en almíbar

En los productos elaborados (CC, CE, EE y EC) se analizan las características técnicas (peso neto, peso escurrido, porcentaje de fruta y densidad del almíbar) para verificar si las conservas cumplen con los requisitos exigidos por la legislación según el Codex Stan (1981). Los análisis se llevan a cabo a los 15 días del procesado, durante este tiempo los kiwis se mantienen almacenados en cámaras a temperatura ambiente.

En la tabla V.2.5 se recogen los datos obtenidos y se observa que, tras la elaboración, este producto cumple las exigencias para el tipo de conserva elaborada en la que se exige que contenga, como mínimo, 45 partes, en peso, del ingrediente de fruta original, con exclusión de los azúcares u otros ingredientes añadidos.

Tabla V.2.5. Datos de las características técnicas de las conservas de kiwi en almíbar tras la elaboración (media \pm desviación estándar)

Producto	Peso neto (g)	Peso escurrido (g)	Fruta (%)	Densidad del almíbar (g mL ⁻¹)
CC	180.1 \pm 9.5	133.8 \pm 11.4	74.2 \pm 3.5	1.0 \pm 0.1
CE	179.8 \pm 6.7	122.9 \pm 3.5	68.4 \pm 2.4	1.1 \pm 0.0
EE	188.0 \pm 11.6	115.9 \pm 10.6	67.0 \pm 3.8	1.1 \pm 0.0
EC	177.7 \pm 9.9	117.3 \pm 3.3	66.2 \pm 5.4	1.1 \pm 0.0

Además, se comprueba que el tratamiento térmico se ha efectuado de forma correcta mediante el recuento de microorganismos mesófilos y de un microorganismo termófilo. El protocolo seguido para estas determinaciones se describe en el apartado 3.5 de este capítulo. En el recuento se han obtenido valores muy bajos de ufc/g de mesófilos y en las placas del termófilo no se detectó crecimiento, lo cual indica que tanto la manipulación durante el procesado como el tratamiento térmico se realizaron de forma adecuada.

4.2. Influencia del procesado del kiwi sobre las características físico-químicas de la materia prima de partida

En la tabla V.2.6 se recogen los datos de las variables fisicoquímicas de la materia prima y de los productos procesados.

Para conocer la influencia del procesado sobre las características del kiwi de partida se compara, mediante el ANOVA de 1 factor, las medias de los datos obtenidos para la materia prima y para los productos obtenidos a partir de ella (kiwi convencional con CC y CE, y kiwi ecológico con EE y EC), los resultados del ANOVA se recogen en la tabla V.2.6.



Tabla V.2.6. Datos de las variables físico-químicas (medias desviación estándar) del kiwi de partida y del kiwi en almíbar y resultados del p-valor del ANOVA de un factor (producto)

	L*	a*	b*	a*/b*	C*	H*
Kiwi convencional	55.1 ± 5.1	4.7 ± 0.7	30.0 ± 3.7	-0.2 ± 0.0	30.4 ± 3.7	99.2 ± 0.9
CC	44.3 ± 1.8	0.5 ± 0.7	29.0 ± 3.8	0.1 ± 0.0	29.0 ± 3.8	89.0 ± 1.2
CE	45.9 ± 4.5	1.7 ± 0.6	31.7 ± 4.0	0.1 ± 0.0	31.7 ± 4.1	87.0 ± 0.9
p-valor (producto)	**	***	ns	***	ns	***
Kiwi ecológico	50.6 ± 3.3	-3.6 ± 0.7	25.2 ± 4.6	-0.1 ± 0.0	25.5 ± 4.6	98.4 ± 0.6
EC	42.7 ± 2.1	0.4 ± 0.2	25.9 ± 1.7	0.0 ± 0.0	25.9 ± 1.7	89.2 ± 0.5
EE	41.4 ± 2.2	0.8 ± 0.5	27.5 ± 1.9	0.0 ± 0.0	27.5 ± 1.9	88.3 ± 1.0
p-valor (producto)	**	***	ns	***	ns	***

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Tabla V.2.6. (continuación) Datos de las variables físico-químicas del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media±desviación estándar) y resultados del p-valor del ANOVA de un factor (producto)

PRODUCTO	Sólidos Solubles ¹	pH	Acidez titulable ²	a _w	Materia Seca (%)
Kiwi convencional	14.3 ± 1.6	3.3 ± 0.0	1.4 ± 0.0	0.983 ± 0.0	18.8 ± 0.0
CC	24.0 ± 0.0	3.2 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.981 ± 0.0	26.6 ± 0.0
CE	24.9 ± 0.1	3.2 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.969 ± 0.0	-
p-valor (producto)	***	**	***	ns	***
Kiwi ecológico	13.7 ± 2.8	3.4 ± 0.0	1.3 ± 0.0	0.989 ± 0.0	17.1 ± 0.1
EC	24.0 ± 0.2	3.3 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.967 ± 0.0	27.5 ± 0.5
EE	23.5 ± 0.1	3.3 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.974 ± 0.0	27.4 ± 0.2
p-valor (producto)	***	*	***	ns	***

¹ ° Brix; ² g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra fresca; ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

En todos los casos se observa que en las variables b^* , C^* y a_w no se han detectado diferencias significativas. Para el resto de las variables, el procesado modifica de forma significativa las características analizadas. Schwartz y col. (1999) indican que las variables de color se modifican tras el tratamiento térmico superior a 35 °C.

La luminosidad disminuye un 17.0-18.0% con respecto al valor que presenta la materia prima, lo que significa que los productos tienen un menor brillo que el kiwi de partida.

El parámetro a^* es el que sufre una mayor variación, pasando de valores negativos a valores próximos a cero. En el tono se observan reducciones del 12.3% para las conservas elaboradas con kiwi convencional y del 10.3% para las elaboradas con kiwi ecológico. Estas reducciones indican cambios de tonalidades verdosas a amarillentas. Cano y Marín (1992), que estudian el kiwi procesado, citan reducciones en el tono del 28.0% que dan lugar a productos de aspecto marrón amarillo. En los productos de este estudio las reducciones son menos acusadas, por lo que presentan tonalidades más cercanas al verde que al marrón, asemejándose más al color de la fruta fresca.

El color verde del kiwi está relacionado principalmente con su contenido en clorofila. Según Beirão-da-Costa y col. (2006) el tratamiento térmico, aunque sea mínimo, promueve la conversión de clorofila en feofitina induciendo el cambio de color, de verde brillante a pardo oliva.

En los sólidos solubles hay un incremento respecto a la materia prima, siendo del 40.6% en las conservas elaboradas con kiwi convencional (CC y CE) y del 42.7% en las elaboradas con kiwi ecológico (EE y EC). Estos incrementos son lógicos debido a la utilización de almíbar en la elaboración de las conservas.

El pH de los productos presenta valores ligeramente menores que el de la materia prima. Este descenso del pH proporciona una mayor estabilidad a los productos, debido a que el efecto inhibidor del pH sobre el crecimiento de los microorganismos se incrementa.

En la acidez titulable se observa un descenso con respecto al kiwi fresco. Esta disminución se debe a la degradación que sufren los ácidos durante el tratamiento térmico.

La materia seca sufre un incremento en todos los productos, el mayor contenido en materia seca puede explicarse por la pérdida de humedad durante el tratamiento térmico y la ganancia de azúcar durante el proceso de elaboración.

4.3. Influencia del proceso de elaboración (ecológico y convencional) y de la materia prima (ecológica y convencional) sobre las características físico-químicas y sensoriales del kiwi en almíbar

Respecto a las características sensoriales se aplican prueba discriminativas, concretamente el test triangular, para determinar si existen diferencias a nivel global entre los distintos tipos de productos de kiwi en almíbar. Los resultados de las pruebas indican que los catadores detectan diferencias entre los distintos productos. Tras conocer este resultado, se procede a la realización del análisis descriptivo de las muestras de kiwi en almíbar.

La comparación entre los cuatro productos elaborados es necesaria ya que si solo se elaborasen los productos que realmente existirían en el mercado (EE y CC) y hubiese diferencias entre ellos no se podría conocer si estas diferencias son debidas a la materia prima (ecológica o convencional) o al procedimiento (adición de almíbar ecológico o convencional).

Las características físico-químicas que se analizan en el kiwi en almíbar son parámetros de color CIELab, sólidos solubles, pH, acidez titulable, actividad de agua y materia seca.

Para determinar si existen diferencias significativas entre los productos elaborados (CC, CE, EE y EC) se realizan los análisis sobre las características físico-químicas de cada producto y se comparan entre sí. Para llevar a cabo este análisis se aplica el ANOVA del factor producto. Para establecer entre qué productos ocurren las diferencias, se aplica el test de Tukey.

Además, en aquellas variables con diferencias significativas se aplica un contraste de hipótesis personalizado, para determinar si estas diferencias son debidas a la materia prima o al procedimiento de elaboración. Si las diferencias son debidas a la materia prima se realizan los contrastes entre productos elaborados con diferente materia prima y mismo tipo de elaboración (CC con EC y EE con CE); y para determinar si la influencia la ejerce el procedimiento de elaboración se comparan productos elaborados a partir de la misma materia prima y distinto procedimiento (CC con CE y EE con EC).

En la tabla V.2.7 se recogen los valores medios de las características físico-químicas de cada producto, los resultados del ANOVA de 1 factor, del test de Tukey y de los contrastes personalizados.

Tabla V.2.7. Datos de las variables físico-químicas del kiwi en almíbar (media±desviación típica), p-valor del ANOVA de un factor (producto) y test de Tukey

PRODUCTO	L*	a*	b*	a*/b*	C*	H*
CC	44.3 ± 1.8	0.5 ± 0.7	29.0 ± 3.8	0.0 ± 0.0	29.0 ± 3.8	89.0 ± 1.1
CE	45.9 ± 4.5	1.7 ± 0.6	31.7 ± 4.0	0.0 ± 0.0	31.7 ± 4.1	87.0 ± 0.9
EE	42.7 ± 2.1	0.4 ± 0.2	25.9 ± 1.7	0.0 ± 0.0	25.9 ± 1.7	89.2 ± 0.5
EC	41.4 ± 2.2	0.8 ± 0.5	27.5 ± 1.9	0.0 ± 0.0	27.5 ± 1.9	88.3 ± 1.0
p-valor (producto)	ns	*	ns	*	ns	*
Materia Prima						
CC-EC	-	ns	-	ns	-	ns
EE-CE	-	*	-	*	-	*
CC-CE	-	**	-	**	-	**
Elaboración						
EE-EC	-	ns	-	ns	-	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Tabla V.2.7. (continuación) Datos de las variables físico-químicas del kiwi en almíbar (media ± desviación típica), p-valor del ANOVA de un factor (producto)

PRODUCTO	y test de Tukey				
	Sólidos Solubles ¹	pH	Acidez titulable ²	a _w	Materia seca (%)
CC	24.0 ± 0.0	3.2 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.981 ± 0.0	26.6 ± 0.0
CE	24.9 ± 0.1	3.2 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.969 ± 0.0	-
EE	24.0 ± 0.2	3.3 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.967 ± 0.0	27.5 ± 0.5
EC	23.5 ± 0.1	3.3 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.974 ± 0.0	27.4 ± 0.2
p-valor (producto)	***	***	ns	ns	ns
Materia Prima	CC-EC	***	-	-	-
	EE-CE	*	-	-	-
Elaboración	CC-CE	ns	-	-	-
	EE-EC	ns	-	-	-

¹ ° Brix; ² g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de muestra fresca; ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

Como se puede observar en la tabla V.2.7 se detectan diferencias significativas en los parámetros de color a^* , a^*/b^* y H^* , en los sólidos solubles y en el pH.

En los parámetros de color CIELab se detectan diferencias en las variables a^* , a^*/b^* y H^* entre el producto CE con CC y EE. La conserva CE presenta mayores valores de a^* y a^*/b^* y menor valor de H^* , lo que indica tonalidades más amarillentas que CC y EE. Estas diferencias son debidas a la materia prima y al tipo de elaboración.

En los sólidos solubles no se detectan diferencias entre los productos CC y EE. El contraste de hipótesis revela que las diferencias se producen tanto por la materia prima como por el procedimiento de elaboración. Las diferencias de °Brix entre las conservas son menores de uno, por lo que se consideran mínimas y no significativas a nivel tecnológico.

En cuanto al pH se determinan diferencias entre CC con EE y EC y CE con EE y EC debidas a la materia prima y tipo de elaboración. Las diferencias entre los pH de los productos son inferiores a 0.14 y desde el punto de vista tecnológico no se consideraron importantes.

Aunque, estadísticamente se encuentran diferencias significativas entre los productos, éstas son mínimas, no siendo importantes desde el punto de vista tecnológico. Por ello, se decide continuar con el estudio en el tiempo, pero en este caso, solamente con los 2 productos que pueden estar en el mercado, estos son EE (producto ecológico) y CC (producto convencional).

4.4. Características físico-químicas y sensoriales del kiwi en almíbar a lo largo del tiempo

En las tablas V.2.8 y V.2.9 se recogen los valores medios de las características físico-químicas del kiwi en almíbar ecológico y convencional a lo largo del tiempo y los resultados del ANOVA de 2 factores (tipo de producto y tiempo) con interacción. Los resultados indican que existen diferencias significativas en función del producto, del tiempo y de la interacción en los sólidos solubles, pH, acidez, materia seca (tablas V.2.8 y V.2.9). En el caso de los sólidos solubles el producto ecológico presenta un °Brix ligeramente superior al convencional ya que en ningún momento la diferencia alcanza 1°Brix (tabla V.2.8). En el caso del pH el producto ecológico presenta valores ligeramente superiores al producto convencional (tablas V.2.7). Estas pequeñas diferencias (inferiores a 0.1 unidades de pH), aunque significativas, son debidas a que los kiwis procedentes del cultivo ecológico presentaban ya valores ligeramente superiores de pH (tabla V.2.7). En la acidez se observa un lógico comportamiento inverso, es decir, el producto ecológico presenta una ligera menor acidez. Nuevamente estas diferencias no se manifiestan en diferencias en el sabor ácido entre ambos productos (tabla V.2.9) ya que

los catadores evalúan con puntuaciones similares ambos productos. En cuanto a la materia seca el producto ecológico también presenta valores ligeramente superiores. Esto es debido a que los kiwis procedentes del cultivo ecológico tienen menor valor de °Brix por lo que para obtener el kiwi en almíbar con valores próximos a 24 °Brix fue necesario utilizar una mayor cantidad de azúcar que en el caso del producto convencional, lo que se tradujo en un incremento de la materia seca. Esta diferencia se mantiene a lo largo del tiempo de almacenamiento.

Aunque, estadísticamente se han encontrado diferencias significativas en estas variables físico-químicas a lo largo del tiempo de almacenamiento, no se ha encontrado una tendencia clara. Realmente son fluctuaciones significativas que no son importantes desde el punto de vista tecnológico. Esto hace pensar en una estabilidad de las características fisicoquímicas de estos productos a lo largo del tiempo de almacenamiento unido a que a nivel sensorial no hay variaciones significativas en función del mismo (tabla V.2.9). Sharma y col. (2002) en un estudio de frutas en conserva basada en la evaluación sensorial, demuestran que seis meses después del proceso de elaboración no hay efecto significativo y que incluso la relación dulce/ácido mejoraba con el tiempo. En base a estos resultados, se elabora un perfil sensorial común del kiwi en almíbar (figura V.2.1).

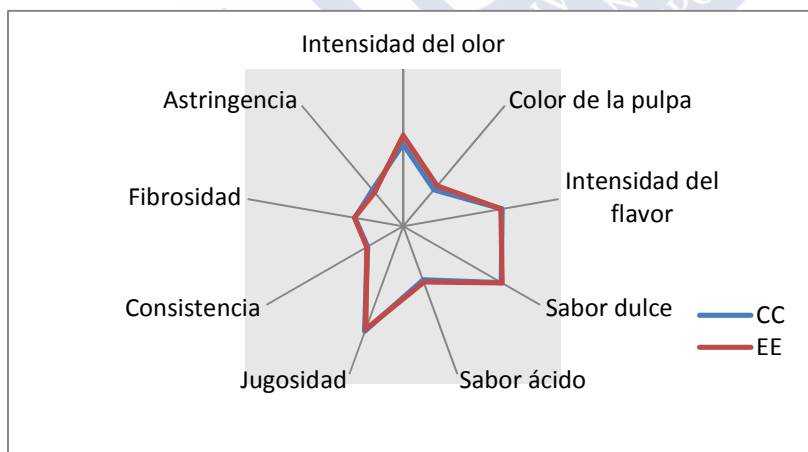


Figura V.2.1. Perfil sensorial del kiwi en almíbar

Tabla V.2.8. Valores de las variables físico-químicas (media \pm desviación estándar) de los dos tipos de kiwi en almíbar (ecológico y convencional) a lo largo del tiempo de almacenamiento y resultados del p-valor del ANOVA de dos factores (producto y tiempo) con interacción

Producto	Tiempo	L*	a*	b*	C*	H	°Brix	Aw	pH	Acidez	Materia seca
ecológico	1	42.7 \pm 2.1	0.4 \pm 0.2	25.9 \pm 1.6	25.9 \pm 1.7	89.2 \pm 0.5	24.8 \pm 0.3	0.967 \pm 0.0	3.3 \pm 0.0	0.8 \pm 0.0	27.5 \pm 0.5
	2	40.2 \pm 2.1	0.7 \pm 0.5	27.2 \pm 2.4	27.2 \pm 2.6	88.5 \pm 1.0	24.5 \pm 0.1	0.977 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0	0.7 \pm 0.0	27.4 \pm 0.2
	3	40.7 \pm 0.9	1.3 \pm 0.3	30.8 \pm 0.3	30.8 \pm 0.3	87.5 \pm 0.5	24.9 \pm 0.1	0.979 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0	0.7 \pm 0.0	26.6 \pm 6.8
	4	43.6 \pm 2.6	1.1 \pm 0.4	28.3 \pm 2.3	28.4 \pm 2.5	87.8 \pm 0.6	24.8 \pm 0.2	0.974 \pm 0.0	3.5 \pm 0.1	0.8 \pm 0.0	28.9 \pm 0.0
	5	41.6 \pm 2.2	0.9 \pm 0.5	27.4 \pm 2.9	27.5 \pm 3.1	88.2 \pm 1.0	25.3 \pm 0.1	0.965 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0	0.7 \pm 0.0	26.9 \pm 0.0
convencional	1	44.3 \pm 1.8	0.5 \pm 0.7	29.0 \pm 3.5	29.0 \pm 3.9	89.1 \pm 1.1	24.7 \pm 0.1	0.981 \pm 0.0	3.2 \pm 0.0	0.8 \pm 0.0	26.6 \pm 0.1
	2	44.7 \pm 1.9	0.8 \pm 0.5	29.8 \pm 3.0	29.8 \pm 3.2	88.6 \pm 0.8	24.7 \pm 0.1	0.977 \pm 0.0	3.5 \pm 0.1	0.8 \pm 0.0	28.1 \pm 0.5
	3	42.3 \pm 1.1	0.9 \pm 0.7	28.4 \pm 3.9	28.4 \pm 4.2	88.3 \pm 1.1	24.7 \pm 0.1	0.968 \pm 0.0	3.4 \pm 0.0	0.9 \pm 0.0	28.2 \pm 0.0
	4	43.4 \pm 6.7	1.2 \pm 0.7	28.5 \pm 3.0	28.5 \pm 3.2	87.7 \pm 1.2	24.3 \pm 0.2	0.972 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0	0.8 \pm 0.0	28.0 \pm 0.0
	5	42.5 \pm 1.5	0.8 \pm 0.5	29.2 \pm 2.4	29.7 \pm 2.7	88.4 \pm 0.8	24.5 \pm 0.1	0.966 \pm 0.0	3.3 \pm 0.0	0.8 \pm 0.0	25.8 \pm 0.0
p-valor (producto)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
p-valor (tiempo)		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
p-valor (p \times t)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns= no significativo; (*) p \leq 0.05; (**) p \leq 0.01; (***) p \leq 0.001

Tabla V.2.9. Resultados del p-valor del ANOVA de 2 factores (producto y tiempo) con interacción para los atributos medidos mediante análisis sensorial

Atributo sensorial	p-valor (producto)	p-valor (tiempo)	p-valor (p x t)
Intensidad olor	ns	ns	ns
Color	ns	ns	ns
Intensidad flavor	ns	ns	ns
Sabor dulce	ns	ns	ns
Sabor ácido	ns	ns	ns
Jugosidad	ns	ns	ns
Consistencia	ns	ns	ns
Fibrosidad	ns	ns	ns
Astringencia	ns	ns	ns
Turbidez	ns	ns	ns
Olores extraños	ns	ns	ns

ns= no significativo; (*) p≤0.05; (**) p≤0.01; (***) p≤0.001

5. Conclusiones

El proceso de elaboración de kiwi en almíbar produce una modificación de prácticamente todas las características físico-químicas del kiwi de partida. Respecto a las características físico-químicas y sensoriales, las diferencias entre los productos de kiwi en almíbar son mínimas y no se consideran importantes desde el punto de vista tecnológico. Se obtiene un producto estable en el tiempo almacenado a temperatura ambiente.

6. Bibliografía

- Beirão-da-Costa S., Steiner A., Correia L., Empis J. y Moldão-Martins M. (2006).** Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Journal of Food Engineering*, 76, 616-625.
- Beutel J.A., Winter F.H., Manners S.C. y Miller M.W. (1976).** A new crop for California: kiwifruit (*Actinida chinensis*). *California Agriculture* 30, 5-7.
- Cano M.P. y Marín M.A. (1992).** Pigment composition and color of frozen and canned kiwi fruit slices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 2141-2146.
- Codex Stand (1981).** Norma para compotas (conservas de frutas) y jaleas. CODEX STAN 79-1981.
- Jay J.M. (1993).** Microbiología moderna de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Lespinard A.R., Bambichaa R.R. y Mascheronia R.H. (2012).** Quality parameters assessment in kiwi jam during pasteurization. Modelling and optimization of the thermal process. *Food and Bioproducts Processing*, 90, 799-808.

- Martin Martin Q. (2007).** Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.
- Meilgaard M., Civille G.V. y Carr B.T. (1999).** Sensory evaluation techniques. Editorial Boca Raton, New York.
- Nickerson J., Sinskey J. y Anthony J. (1978).** Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza.
- O'Mahony M. (1982).** Sensory evaluation of Food. Statistical Methods and Procedures. Editorial Marcel Dekker, New York.
- Orden de 21 de noviembre de 1984** de la presidencia del Gobierno, que aprueba la Norma de calidad para las conservas vegetales. BOE 30/11/1984, núm. 287 a 289 rect. BOE 10 y 12 de enero de 1985, núm. 9 y 11.
- Orden de 12 de febrero de 1987** por la que se modifica la de 21 de noviembre de 1984, que aprueba las normas de calidad para las conservas vegetales. BOE 20/02/1987, núm. 44.
- Real Academia Española (2001).** Diccionario de la lengua española. Editorial Espasa, 22ªed., Madrid.
- Real Decreto 1472/1989.** Gamas de cantidades nominales y de capacidades nominales para determinados productos envasados. BOE 12/12/1989, núm. 297.
- Schwartz M., Nuñez K. y Muñoz A. (1999).** Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de kiwi sobre el color, clorofila y ácido ascórbico. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 48, 44-48.
- Sharma K.D., Kaushal M. y Kaushal B.B.L. (2002).** Canning of peach-halves in fruit juice. Journal of Scientific and Industrial Research, 61, 823-827.
- Thatcher C. (1976).** Análisis microbiológico de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza.
- UNE 87006:1992 (1992).** Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE 87008:1992 (1992).** Análisis sensorial de alimentos. Metodología. Guía general. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 4120:2008 (2008).** Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular (ISO 4120:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- UNE-EN ISO 5492:2010 (2010).** Análisis sensorial. Vocabulario. Guía general (ISO 5492:2008). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.

**VI. EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR FRENTE A LOS
PRODUCTOS ECOLÓGICOS. ESTUDIO DEL KIWI EN FRESCO Y
DEL KIWI EN ALMÍBAR**





1. Introducción

Conocer el comportamiento del consumidor frente a los alimentos presenta la base para cualquier estudio respecto a la compra y consumo de éstos. Esto hecho se manifiesta especialmente con las frutas y verduras, en las cuales se está produciendo un incremento en su consumo debido, sobre todo, a la importancia que están tomando actualmente como alimentos fundamentales de la dieta (Péneau y col. 2007).

Desde un punto de vista nutricional, las frutas constituyen una parte esencial de una dieta equilibrada, jugando un papel primordial en la prevención de las enfermedades crónicas y muerte prematura (WHO, 2003). Los consumidores perciben las frutas como productos saludables, especialmente cuando están frescas (Lock y col., 2005 y Briz y col., 2008). No obstante, el consumo de frutas en Europa se mantiene muy por debajo de los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud (Sijtsema y col., 2012).

Respecto a la producción de productos ecológicos, el posicionamiento en el mercado europeo indica un incremento en los últimos años (Briz y Ward, 2009). A finales de 2009, 9.3 millones de ha de la superficie agrícola europea eran gestionadas bajo la agricultura ecológica. El 35% de la superficie agrícolas ecológica mundial se encuentra en Europa, los países con mayor número de áreas de cultivo ecológico son España (1.3 millones de ha), Italia (1.1 millones de ha) y Alemania (0.95 millones de ha) (Willer y Kilcher, 2011). En España, entre 2009 y 2011 ha continuado la trayectoria de crecimiento de la estructura soporte de la producción ecológica española, tanto en superficie como en productores y demás operadores, consolidándose la posición de liderazgo que venía manteniendo España en el contexto de la producción ecológica de la UE-27. De forma que en 2011 la superficie ecológica inscrita en España alcanzó las 1.845.039,10 ha y el número de operadores se situó en 36.364 (MAGRAMA, 2013).

El incremento en la producción ecológica también se ve reflejado en el aumento del consumo, por ello, cabe destacar que la elección de los consumidores hacia unos alimentos u otros envuelve una compleja interacción entre las propiedades sensoriales del alimento en sí mismo y otros factores específicos como los culturales, contextuales y medio ambientales.

Goldman y Clancy (1991) y Wandel y Bugge (1997) argumentan que el consumidor percibe los alimentos ecológicos como más respetuosos con el medio ambiente. Por otra parte, Jolly (1991) defiende que el incremento en su consumo es debido a que éstos se perciben como más seguros, Makatouni (2002) indican que la causa es que son más nutritivos y saludables que los alimentos convencionales y Yiridoe y col. (2005) indican que el interés por los alimentos de

producción ecológica se debe a una respuesta del consumidor hacia modelos alternativos a las prácticas convencionales, seguridad alimentaria, conciencia por la salud humana, por el medio ambiente y bienestar animal.

En cuanto a la intención de compra, a pesar de la creciente documentación respecto a ello, las motivaciones que hay detrás han sido poco investigadas. Varios estudios, en el campo de la agricultura y del marketing, muestran que entre las motivaciones que conducen a la compra de estos productos se incluyen factores socio-culturales, económicos y personales (Michaelidou y Hassan, 2010). Existen estudios que evidencian que los consumidores consideran las características sensoriales como el factor más importante en la decisión de compra (Wandel y Bugge, 1997, Magnusson y col., 2001, Torjusen y col., 2001, y Magnusson y col. 2003). También los atributos no sensoriales influyen en la decisión de compra (Wandel, 1994 y Torjusen y col., 2001), entre los más notables están la ausencia de aditivos, de conservantes y de residuos (Wandel, 1994 y Wilkins y Hillers, 1994), el valor nutricional (Jolly, 1991, Torjusen y col., 2001, Wandel, 1994 y Wilkins y Hillers, 1994) y el tipo de procesado (Land, 1998 y Torjusen y col., 2001).

Se observa además, que los consumidores muestran interés por la salud (Fagerli y Wandel, 1999 y Wandel, 1994), siendo éste un factor decisivo en la compra; para muchos consumidores, los alimentos saludables pueden ser percibidos como indicadores de calidad (Land, 1998, Magnusson y col., 2001, Wandel y Bugge, 1997).

Aunque las evidencias científicas de que los alimentos ecológicos sean más saludables que los convencionales son escasas, los consumidores perciben los productos con etiqueta ecológica como más saludables que aquellos que no la tienen (Grankvist y Biel, 2001 y Magnusson y col., 2001).

Es por todo ello, que se decide realizar un estudio en profundidad de la actitud del consumidor hacia los productos ecológicos y conocer, además, el grado de aceptación y preferencia hacia estos frente a los productos convencionales e integrales, tanto en kiwi en fresco como en almíbar.

2. Objetivos

Evaluar el conocimiento por parte de los consumidores de los productos ecológicos.

Evaluar hábitos y comportamiento del consumidor hacia los productos procedentes de la agricultura ecológica.

Determinar el grado de aceptación y preferencia del consumidor hacia el kiwi en fresco obtenido por diferentes sistemas de cultivo.

Determinar el grado de aceptación y actitud de compra del kiwi en almíbar.

3. Material y métodos

3.1. Muestras

Para llevar a cabo el estudio con kiwi fresco se utilizan kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivos (capítulo III). Para el estudio con kiwi en almíbar se utilizan las muestras elaboradas en el capítulo V.2.

3.2. Consumidores

El grupo de consumidores utilizado se establece mediante un muestreo no probabilístico, por cuotas en función de las variables responsable de la compra de productos alimenticios y edad. La muestra resultante está compuesta por 328 consumidores de distinto sexo, edad, nivel de estudios y situación laboral, residentes en la ciudad de Lugo.

En el estudio del kiwi en almíbar la determinación cuantitativa de los consumidores es realizada igualmente mediante un muestreo no probabilístico. La población objeto del estudio es seleccionada por cuotas en función de la variable edad. La muestra resultante está compuesta por 200 consumidores de distinto sexo, edad y situación laboral, residentes en la ciudad de Lugo.

3.3. Pruebas hedónicas

3.3.1. Pruebas en kiwi fresco

La técnica de recogida de información es la entrevista personal empleándose un cuestionario que está dividido en tres partes para:

- i) Establecer las características socio-demográficas de los consumidores
- ii) Identificar el conocimiento del consumidor hacia los alimentos ecológicos y valorar la actitud de compra frente a ellos

- iii) Conocer la aceptación de kiwis frescos procedentes de los tres sistemas de cultivo
- iv) Conocer la preferencia entre los tres sistemas de cultivo del kiwi

El grado de aceptación del kiwi procedente de los tres sistemas de cultivo es evaluado por los consumidores a través de la medida de seis atributos sensoriales: aspecto, color, olor, sabor, textura y la valoración en global, utilizando una escala hedónica de siete puntos (1- me disgusta mucho; 4- ni me gusta ni me disgusta y 7- me gusta mucho). Para la determinación de la preferencia hacia un producto u otro, se les indica que ordenen las muestras en primer, segundo y tercer lugar en orden decreciente de preferencia.

Las muestras se presentan troceadas listas para el consumo sobre platos de color blanco y ordenadas de forma aleatoria y codificada con cifras de tres dígitos, es decir, el consumidor desconocía el origen de la fruta. Se les presenta también un fruto entero, sin pelar, para poder evaluar su aspecto externo.

3.3.2. Pruebas en kiwi en almíbar

El procedimiento fue muy similar al del kiwi fresco pero se incluye también la frecuencia de consumo de productos en almíbar y la actitud de compra del kiwi en almíbar antes y después de probarlo.

Las muestras se presentan en rodajas listas para el consumo sobre platos de color blanco y ordenadas de forma aleatoria codificadas con cifras de tres dígitos.

3.4. Lugar de ejecución de las pruebas

Las entrevistas se realizan en distintos centros comerciales de la ciudad de Lugo y en centros socio-culturales.

3.5. Análisis estadístico

Para la interpretación de los resultados se lleva a cabo un análisis exploratorio de datos calculando porcentajes. Para analizar la asociación entre variables, se emplea el test Chi-cuadrado de Pearson (Ferrandis y col., 1997, Pardo, 2002 y Vitasanta, 2007). Mediante un análisis de correspondencias múltiples se describen las relaciones existentes entre las asociaciones (Martin, 2007).

Se realiza también un análisis de conglomerados jerárquico (método de agrupación vecino más lejano) partiendo de las características socioeconómicas y de los hábitos de compra de productos procedentes de la agricultura ecológica (Martin, 2007).

La aceptación del kiwi procedente de los tres tipos de cultivo ecológico, convencional e integrado, se analiza mediante el cálculo de porcentajes de las evaluaciones en cuanto al aspecto, color, olor, sabor, textura y producto global en una escala de siete puntos.

Se analiza la correlación entre descriptores, empleando para ello tanto la prueba de Spearman como la de Tau-b de Kendall (Muñoz, 2002 y Ruiz, 2000). El análisis se completa con un análisis factorial mediante componentes principales, reduciendo los seis descriptores evaluados a los factores más relevantes (Martin, 2007).

Para analizar si existen diferencias significativas entre los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto al aspecto, color, olor, sabor, textura y valoración global, se aplica la prueba de Friedman y se llevan a cabo las comparaciones dos a dos de los tres tipos de kiwi según MDS (mínima diferencia significativa) adaptada a la prueba de Friedman (Ruiz, 2000).

Las preferencias del consumidor se evalúan mediante el cálculo de porcentajes y el test Chi-cuadrado para una muestra (Pardo y Ruiz, 2002).

El análisis de los datos se lleva a cabo con el paquete estadístico PASW versión 18 para Windows (Martin, 2007).

4. Resultados y discusión

4.1. Características sociodemográficas de los encuestados del estudio en kiwi fresco

De los 328 encuestados, 216 son mujeres (66%) y 112 hombres (34%), la mayoría se encuentra dentro de los grupos de edad de entre menos de 35 años y de entre 35 y 49 años (figura VI.1), siendo el reparto por sexos, dentro de cada grupo de edad, similar a la división por sexos en la muestra total.

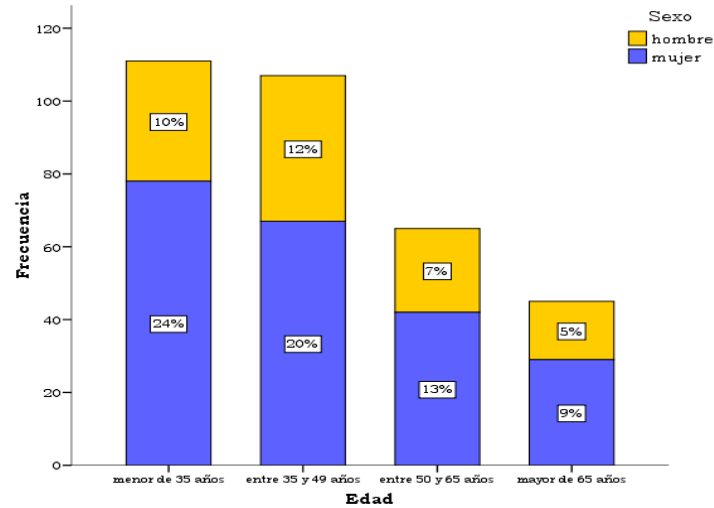


Figura VI.1. Sexo y edad de los encuestados

Respecto al nivel de estudios, se puede observar en la figura VI.2 que sólo un pequeño porcentaje (1%) son consumidores “sin estudios”, por lo que éstos serán incluidos con los que poseen “educación básica” (30%). El porcentaje de “titulados universitarios”, agrupando los de título medio (20%) y superior (15%), es similar al porcentaje de consumidores con estudios de “grado medio” (35 y 34%, respectivamente).

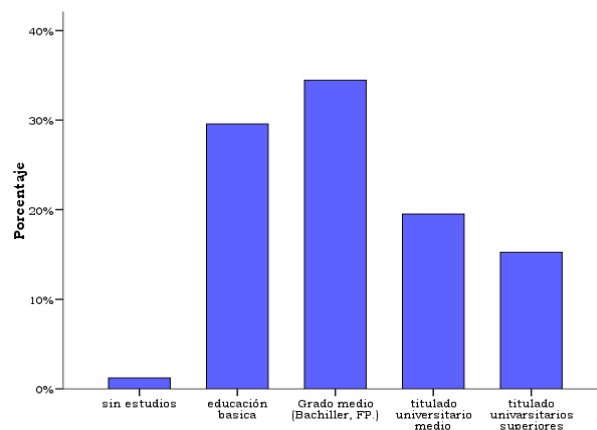


Figura VI.2. Nivel de estudios de los encuestados

En cuanto a la situación laboral (figura VI.3), el 27% de los encuestados son “empleados por cuenta ajena” con actividades diversas. Los siguientes grupos más numerosos son los de “jubilados” (17%) y de “funcionarios” (16%), les siguen las “amas de casa” (9%) y los “estudiantes” (9%), con un porcentaje inferior al 10%. En función de estos datos, y para simplificar su tratamiento, se consideraron las siguientes categorías para la variable situación laboral: “estudiantes”, “ama de casa”, “en activo”, “en paro” y “jubilados o pensionistas”.

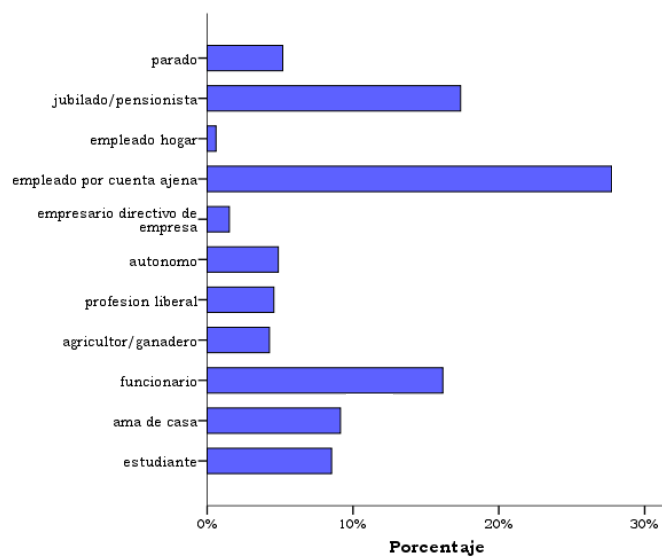


Figura VI.3. Situación laboral de los encuestados

Teniendo en cuenta el número de personas que componen el hogar, casi la mitad de los encuestados vive en hogares con 4 o más personas (48%) y aproximadamente la cuarta parte, en hogares con 3 personas (26%). Un 21% vive en hogares con 2 personas y sólo un pequeño porcentaje (5%) viven solos (figura VI.4).

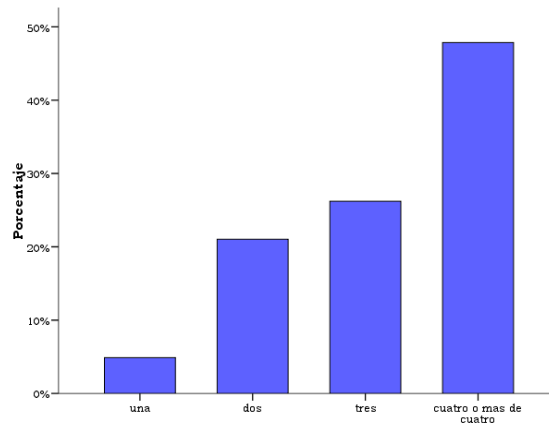


Figura VI.4. Tamaño de la familia de los encuestados

En relación al número de personas que perciben ingresos en el hogar (figura VI.5), casi en la mitad de los hogares (49%) son 2 personas las que perciben ingresos. Con más de 2 personas, un 30% de hogares y con 1 persona percibiendo ingresos hay un 18% de hogares. Hay un 1% de hogares en los que no se percibe ningún tipo de ingreso, este grupo corresponde a pisos de estudiantes.

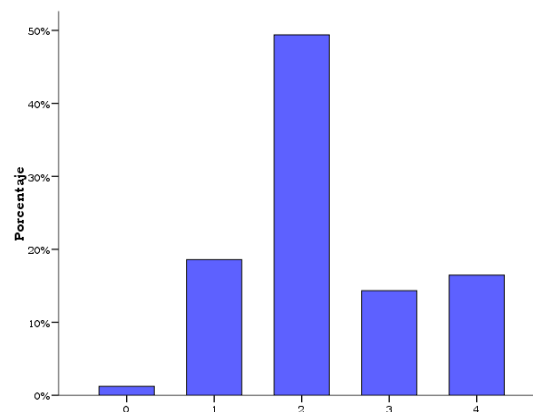


Figura VI.5. Número de las personas que perciben ingresos de los encuestados

Referente a los ingresos medios mensuales por hogar (establecido en 1700 €/mes), casi la mitad de los hogares se encuentra por encima de la media (46%), le siguen los que se

encuentran alrededor de la media (27%) y los que se sitúan por debajo (23%). Los que declaran unos ingresos medios mensuales muy por encima de la media son la minoría (4%) (figura VI.6).

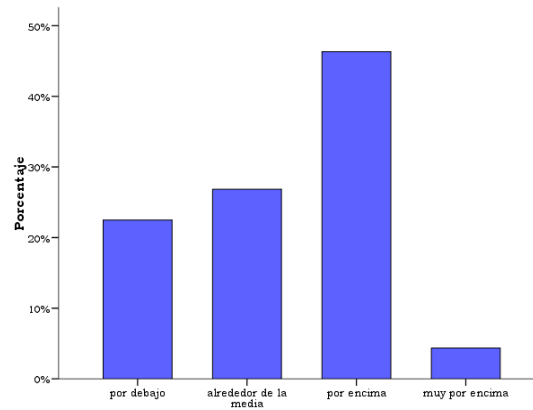


Figura VI.6. Renta de los encuestados

De los 328 encuestados, un 70% son responsables de la compra de los productos alimenticios en el hogar (figura VI.7). Se comprueba, tras aplicar el test Chi-cuadrado ($X^2 = 25.723$ y $p < 0.001$), que la variable "responsable de compra" está estrechamente relacionada con la división por sexos.

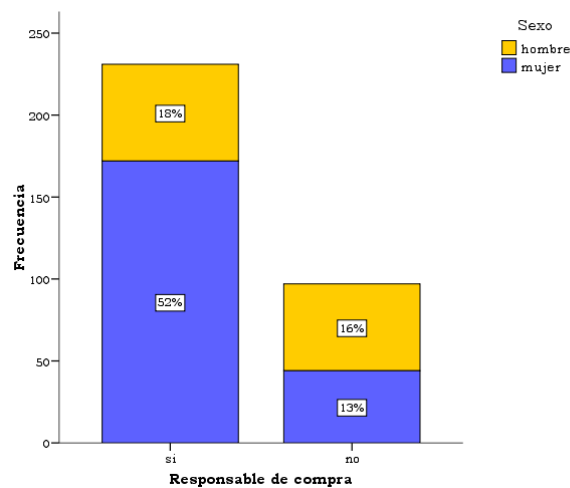


Figura VI.7. Responsables de compra y división por sexos

4.2. Conocimiento de los productos ecológicos

De los 328 encuestados, 288 (88%) afirman saber lo que son los productos ecológicos. A pesar de este elevado porcentaje, pocos consumidores tienen una idea clara respecto al significado del concepto “ecológico” (Hoefkens y col., 2010 y Yiridoe y col., 2005).

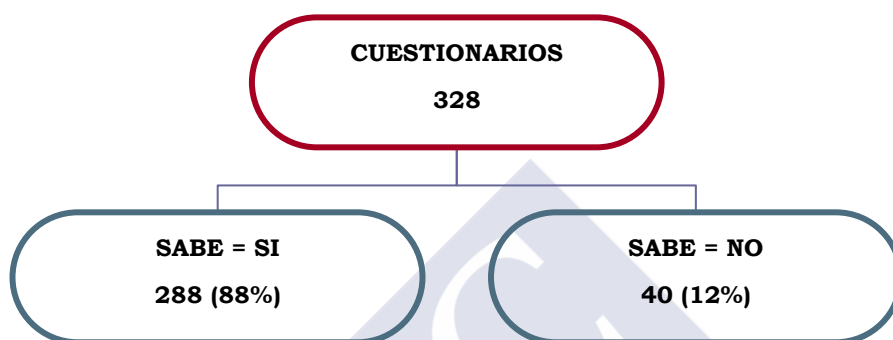


Figura VI.8. Clasificación de los encuestados en relación al conocimiento de los productos ecológicos

Los resultados de otros estudios concluyen que el conocimiento general sobre productos ecológicos no es lo suficientemente alto para influir de forma positiva sobre la intención de compra y consumo de los mismos. Gracia y de Magistris (2008) indican que el consumidor necesita mayor información sobre los productos ecológicos. Además, se observa que un mayor conocimiento sobre los mismos haría aumentar la probabilidad de compra de éstos, tanto en los nuevos consumidores como en los que ya lo eran.

En el estudio realizado por el Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria (OCDA) dependiente del MARM (MARM, 2011), se señala que respecto a los resultados del 2007, el conocimiento de los productos ecológicos ha aumentado. En este estudio se señala, además, que los productos ecológicos se asocian con alimentos más naturales, más sanos, sin aditivos ni colorantes y más caros.

Respecto a la relación entre las características sociodemográficas y el conocimiento de los productos ecológicos, se analiza la relación entre la respuesta a la pregunta: “¿sabe qué son los alimentos procedentes de la agricultura ecológica?” y las características socioeconómicas: sexo, edad, nivel de estudios, situación laboral e ingresos medios. Se aplica la prueba Chi-cuadrado de independencia (tabla VI.1) en la que se observa que el conocimiento o no de los

productos ecológicos no depende del sexo, en cambio, si depende de la edad, nivel de estudios, situación laboral e ingresos medios.

Tabla VI.1. Resultado de la prueba Chi-cuadrado de independencia para la relación entre las características socioeconómicas y la respuesta a “¿sabe que son los alimentos procedentes de la agricultura ecológica?”

	Chi-cuadrado
Sexo	0.2 ns
Edad	47.3 ***
Nivel de estudios	43.3 ***
Situación laboral	23.3 ***
Ingresos medios	12.7 **

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

A continuación se representan de forma conjunta, las variables edad, ingresos medios, nivel de estudios, situación laboral, y la respuesta a “¿sabe que son los alimentos procedentes de la agricultura ecológica?” en un gráfico de categorías obtenido por análisis de correspondencias múltiples. En este gráfico se muestran las asociaciones entre las diferentes características socioeconómicas analizadas y su relación con el conocimiento sobre los alimentos procedentes de la agricultura ecológica (figura VI.9).

La respuesta afirmativa respecto al conocimiento de los productos ecológicos, se asocia con un mayor nivel de estudios, edades entre 35 y 65 años, ingresos superiores a la media y personas en activo. En cambio, la respuesta negativa está asociada, principalmente, con un nivel de estudios básicos, edades mayores de 65 años y personas jubiladas.

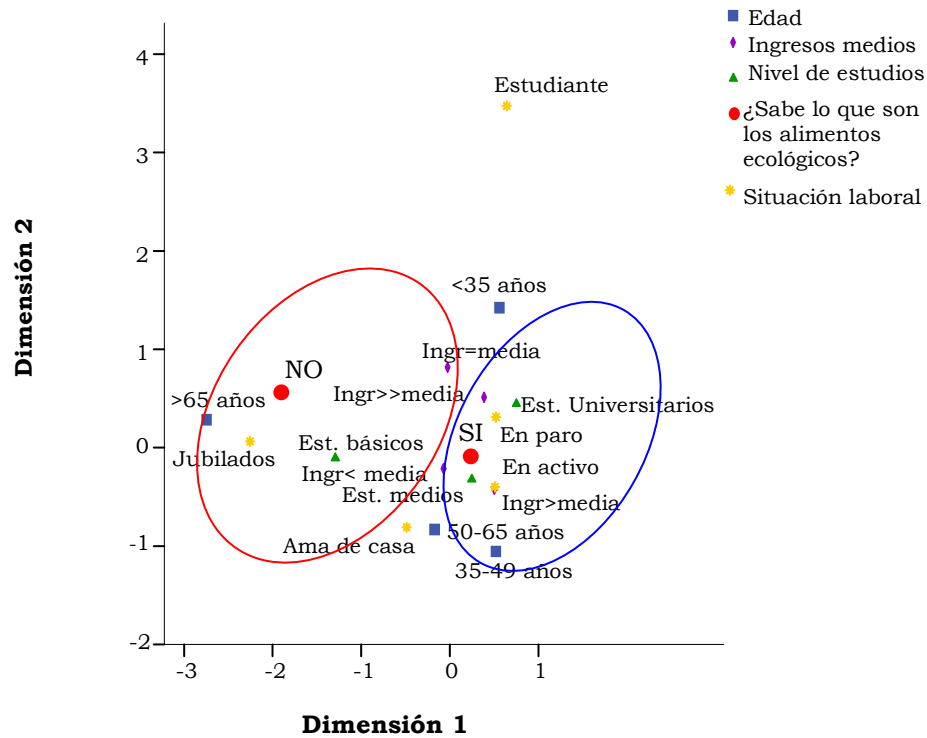


Figura VI.9. Relación entre la respuesta a “¿sabe que son los alimentos procedentes de la agricultura ecológica?” con la edad, nivel de estudios, situación laboral e ingresos medios

Según Bonti-Ankomah y Yiridoe (2006), los consumidores presentan diversas interpretaciones respecto a lo que son los productos ecológicos. En general, se observa que la sensibilidad ecológica depende más de la personalidad y del estilo de vida que de las características sociodemográficas (Chamorro y González, 2005 y Fraj y Martínez, 2006). No obstante, en el estudio realizado por el MARM (2011) se señala que los jóvenes y las personas con mayor nivel de estudios e ingresos medios suelen tener una mayor conciencia ecológica.

Una vez que se conoce que parte de los encuestados responden “sí” a la pregunta “¿sabe lo que son los alimentos procedentes de la agricultura ecológica?”, se precisa conocer cuántos de ellos los compran, resultando que de los que saben que son los productos ecológicos (288 consumidores), sólo los compran 115 (40%) (figura VI.10).

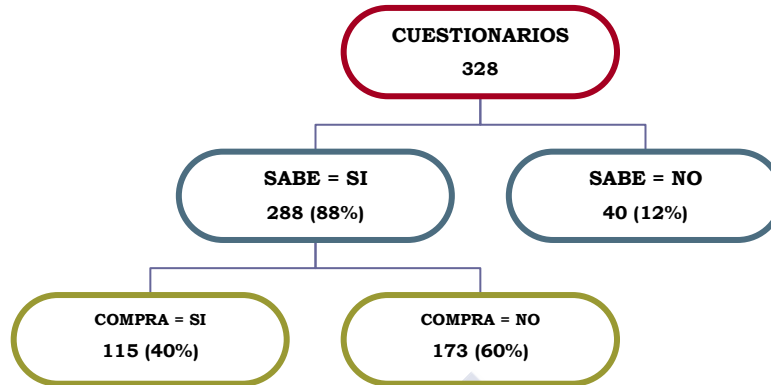


Figura VI.10. Clasificación de los encuestados en relación al conocimiento de los productos ecológicos

Se estudia si existe relación entre los consumidores que compran productos procedentes de la agricultura ecológica y sus características socioeconómicas. Para ello, se aplica la prueba Chi-cuadrado de independencia que refleja cómo la compra de productos ecológicos es dependiente del sexo, del nivel de estudios, de los ingresos medios y del responsable de compra, puesto que en estas características la prueba Chi-cuadrado resulta significativa (tabla VI.2). Bartles y Reinders (2010) señalan que las variables demográficas tienen una influencia ambigua en cuanto al comportamiento del consumidor en la compra de productos ecológicos, concluyendo que con sólo estas características no se proporciona una mayor comprensión de la conducta del consumidor.

Tabla VI.2. Resultado de la prueba Chi-cuadrado para la relación entre las características socioeconómicas y la compra de productos procedentes de la agricultura ecológica

	Chi-cuadrado
Sexo	12.9 ***
Edad	4.5 ns
Nivel de estudios	6.4 *
Situación laboral	8.3 ns
Nº de personas por hogar	0.2 ns
Ingresos medios	7.8 *
Responsable de compra	7.0 **

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

El porcentaje de mujeres que compra productos procedentes de la agricultura ecológica es superior al de hombres (figura VI.11), resultado que coincide con lo publicado por el MARM (2011).

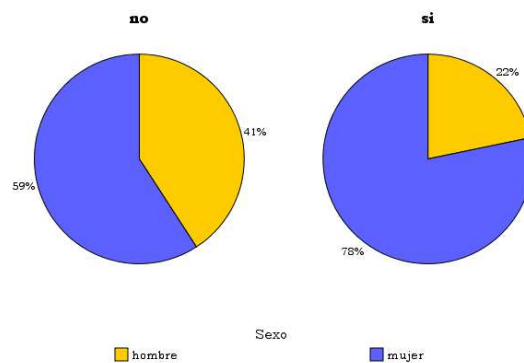


Figura VI.11. Relación entre la compra de productos procedentes de la agricultura ecológica y el sexo



Figura VI.12. Relación entre la compra de productos procedentes de la agricultura ecológica y el responsable de compra

Cabe destacar que un 18% (figura VI.12) de los que compran dichos productos, señalan no ser responsables de la compra en el hogar.

En cuanto al nivel de estudios, casi la mitad de los que declaran que si compran productos procedentes de la agricultura ecológica poseen estudios superiores (48%), mientras que los que no compran se distribuyen de manera similar entre las tres categorías (estudios

básicos, medios o universitarios) (figura VI.13), Wier y col. (2008) y Zander y Hamm (2010) indican resultados similares.

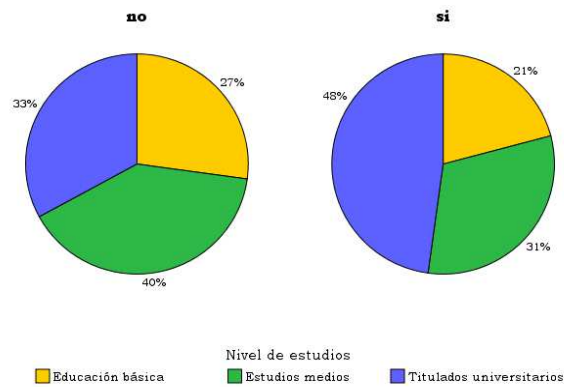


Figura VI.13. Relación entre la compra de productos procedentes de la agricultura ecológica y el nivel de estudios

La variable “ingresos medios” también se asocia a la compra de productos ecológicos (tabla VI.14). El porcentaje de respuestas afirmativas a la compra de estos productos es ligeramente más elevada en los consumidores con ingresos medios, por encima o muy por encima a la media (54 y 7%, respectivamente) (figura VI.14), que en los que declaran no comprarlos (46 y 2%, respectivamente).

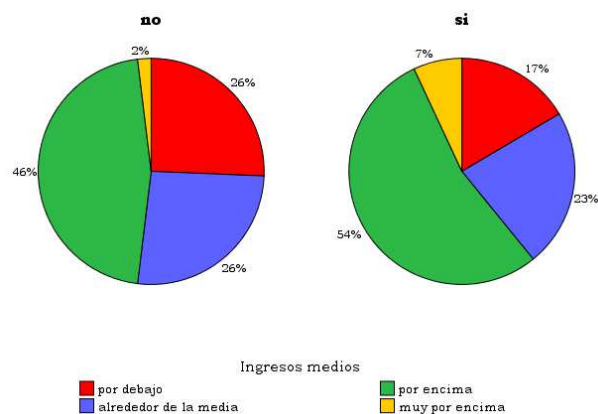


Figura VI.14. Relación entre la compra de productos procedentes de la agricultura ecológica y los ingresos medios

Fraj y Martínez (2003) encuentran que en la compra de productos de limpieza y electrodomésticos ecológicos no influye ni el sexo, ni la edad, ni el hecho de trabajar fuera de casa. Sánchez y Etxaniz (2003) tampoco encuentran diferencias en la compra de productos ecológicos en relación con las características socioeconómicas, excepto para el nivel de renta.

A aquellos encuestados que no compran productos ecológicos se les pregunta el motivo principal de éste comportamiento, en la figura VI.16 se recogen los porcentajes de respuesta correspondientes a cada una de las alternativas.

Entre los motivos indicados para no comprar los productos ecológicos los consumidores destacan el elevado precio (22%), el escaso conocimiento de estos productos (15%) y la dificultad para acceder a ellos (15%), no obstante, la repuesta con mayor porcentaje es “otras razones” (31%) (figura VI.15). Cuando se pregunta a los encuestados porque no se ven reflejados en alguno de los otros motivos se detecta que la mayoría de los consumidores que eligen esta respuesta indican que consumen vegetales procedentes de producción propia o familiar.

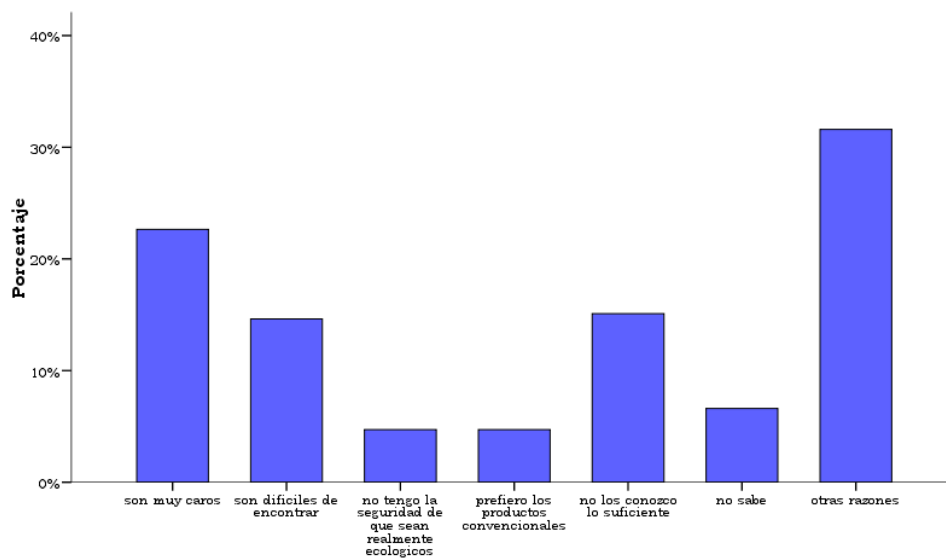


Figura VI.15. Motivo principal para la “no compra” de productos ecológicos

4.3. Aceptación del kiwi fresco

Los 328 encuestados prueban tres muestras de kiwi correspondientes a los distintos tipos de cultivo (ecológico, convencional e integrado). Con las puntuaciones otorgadas por los consumidores se calculan los porcentajes de respuesta para cada categoría y se aplica la prueba de Friedman (tabla VI.4) para conocer si existen diferencias significativas entre las puntuaciones otorgadas a los diferentes kiwis y el test MSD para situar entre qué muestras se encuentran las posibles diferencias. Tal y como se puede observar en la tabla VI.3, existen diferencias significativas en todos los descriptores salvo en el olor.

Tabla VI.3. Resultado de la prueba de Friedman para estudiar la relación entre los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo de kiwi

	Chi-cuadrado (Friedman)
Aspecto	29.7 ***
Color	9.1 *
Olor	1.3 ns
Sabor	24.2 ***
Textura	7.8 *
Global	18.6 ***

ns= no significativo; * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$

En la tabla VI.4 se recoge la media de los rangos empleados por la prueba de Friedman para analizar la existencia de diferencias significativas entre las valoraciones asignadas por los consumidores a los tres tipos de cultivo de kiwi.

Tabla VI.4. Comparaciones dos a dos de los tres tipos de kiwi

	Aspecto	Color	Olor	Sabor	Textura	Global
Ecológico	2.0ab	2.0	2.0	1.1a	2.0	1.9a
Convencional	1.9a	1.9	2.0	1.8a	1.9	2.0ab
Integrado	2.1b	2.0	2.0	2.1b	2.1	2.1b

diferencias significativas según MDS ($\alpha = 0,05$) adaptado a la prueba de Friedman
letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas

En la figura VI.16 se recoge la representación radial de las puntuaciones medias de cada uno de los descriptores (aspecto, color, olor, sabor, textura y valoración global).

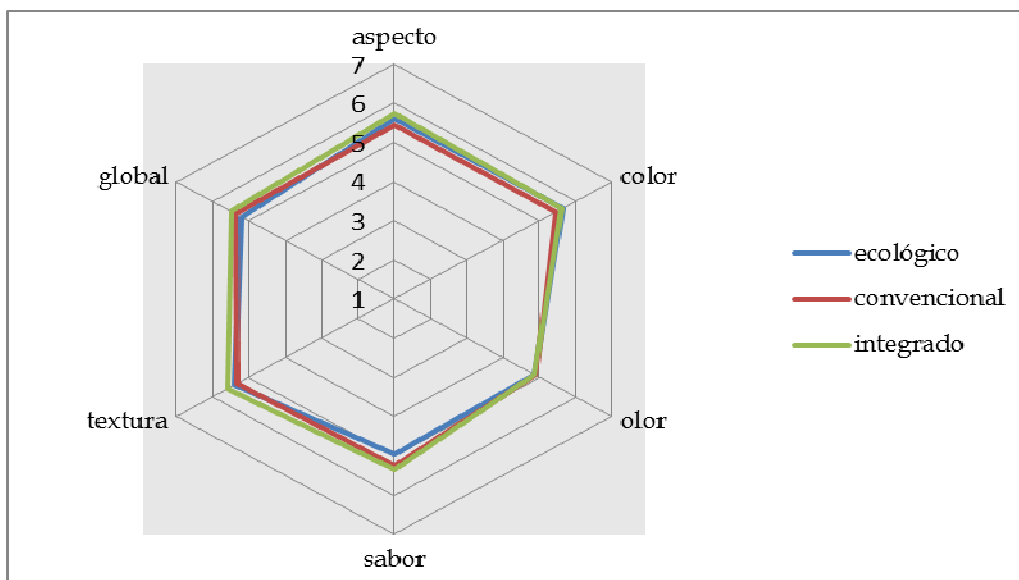


Figura VI.16. Representación radial de las puntuaciones medias otorgadas por los consumidores a cada cultivo de kiwi

En las figuras VI.17 a VI.22 se muestran los porcentajes de respuesta en cada categoría en cuanto a las características analizadas. Se comprueba que la categoría con mayor porcentaje de respuesta es “me gusta”.

En lo referente al aspecto (tabla VI.4 y tabla VI.5 y figura VI.17), se puede observar que existen diferencias significativas entre los kiwis procedentes del cultivo convencional y los procedentes del cultivo integrado, resultando más valorado este último ya que presenta porcentajes de respuesta más altos en la categoría “me gusta” (78%), seguido del ecológico (74%) y del convencional (64%) (figura VI.17).

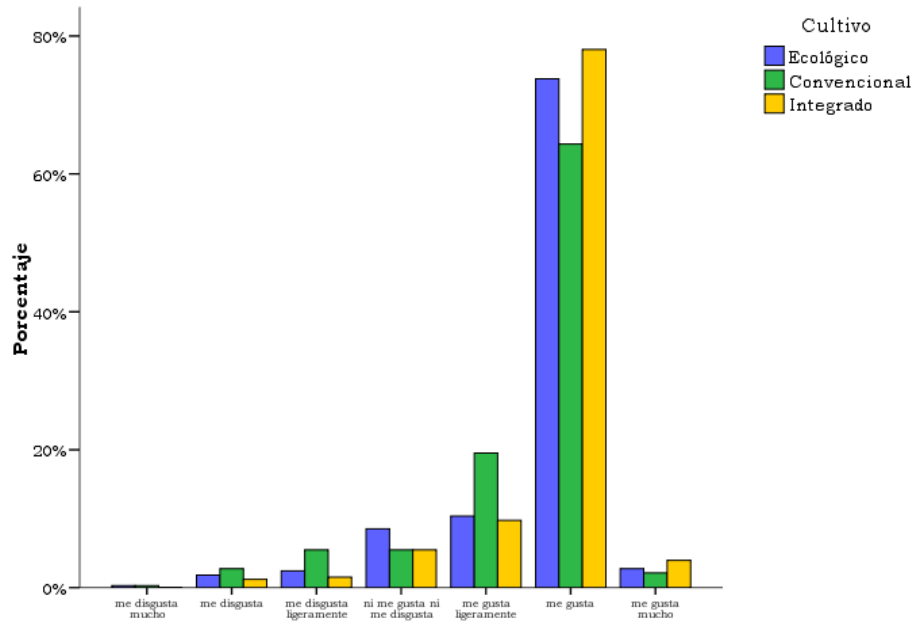


Figura VI.17. Valoración de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto al aspecto

En las comparaciones de los kiwis en función del color, aunque la prueba de Friedman indica pequeñas diferencias significativas, el test MSD no permite establecer entre que productos se sitúan las diferencias (tabla VI.4 y tabla VI.5). En la figura VI.18, se observa que los porcentajes más altos de respuesta vuelven a encontrarse en la categoría “me gusta”.

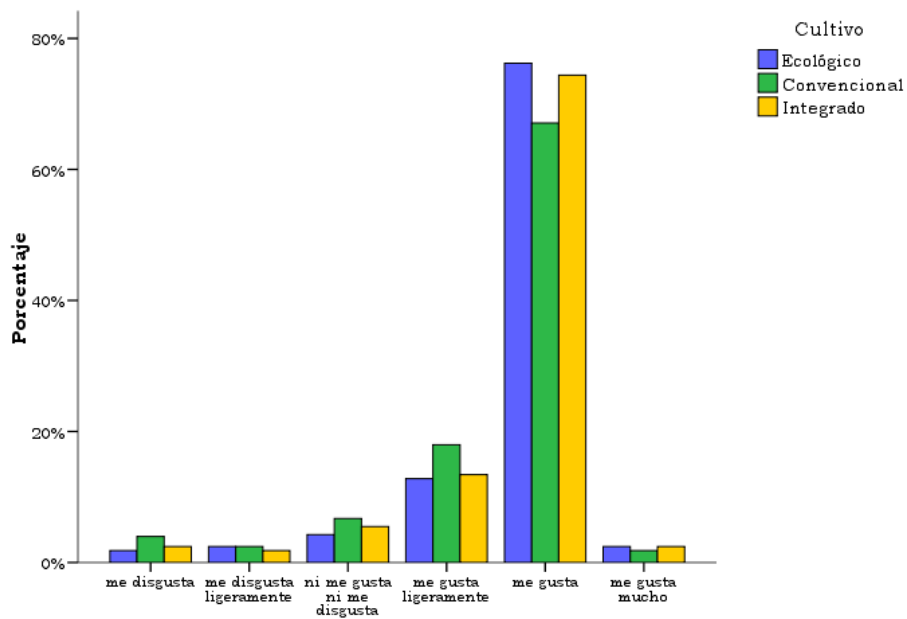


Figura VI.18. Valoración de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto al color

En la figura VI.19, la similitud de los porcentajes de respuesta para el olor de los tres tipos de kiwi destaca con mayores puntuaciones, las categorías “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta”.

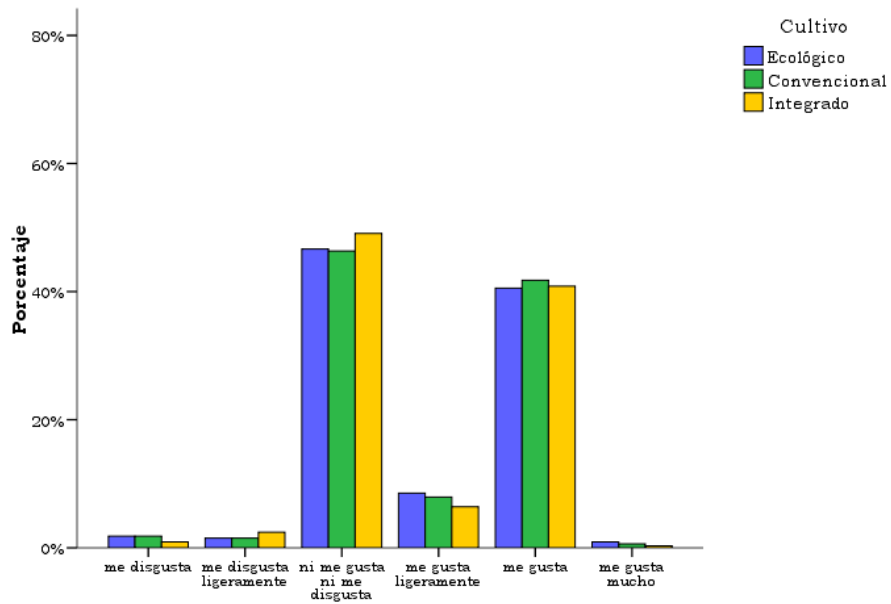


Figura VI.19. Valoración de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto al olor

En lo referente al sabor, el kiwi procedente del cultivo integrado es el mejor valorado con diferencias significativas respecto a los demás (tabla VI.4 y tabla VI.5 y figura VI.20). Se observa cómo los porcentajes más altos de respuesta se encuentran en las categorías “me gusta” y “me gusta ligeramente”.

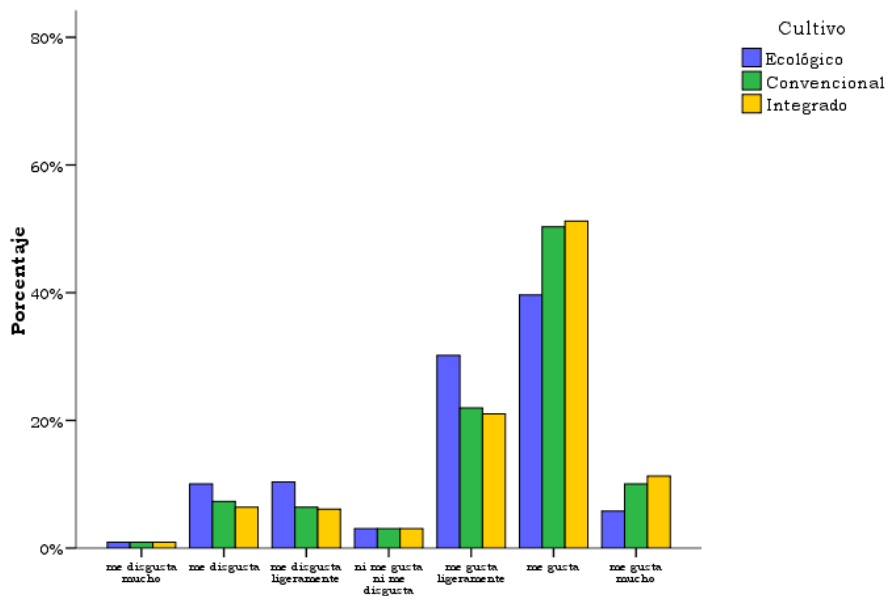


Figura VI.20. Valoración de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto al sabor

En cuanto a la textura, en la figura VI.38 se observa que los kiwis peor valorados son los procedentes de los cultivos convencional y ecológico. La categoría “me gusta” presenta los porcentajes más elevados para los tres tipos de cultivo del kiwi.

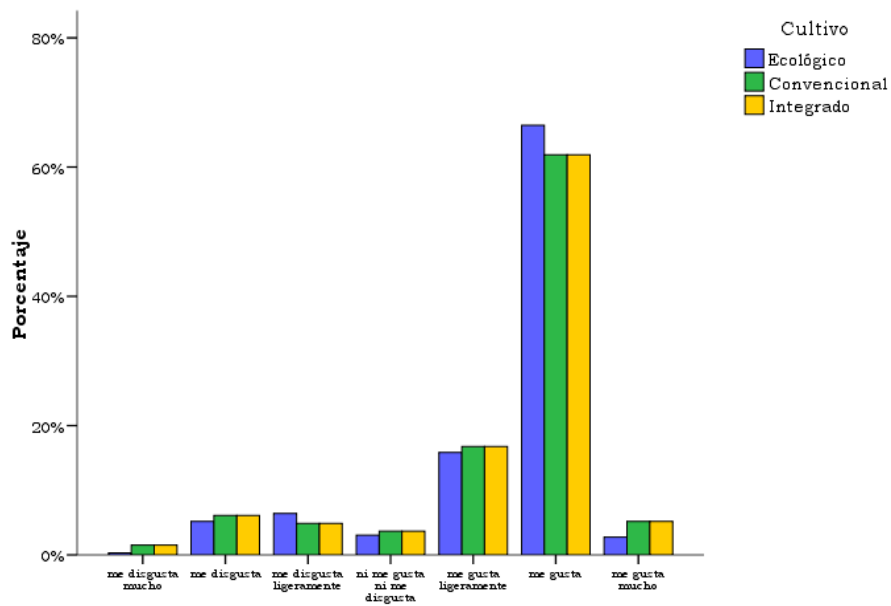


Figura VI.21. Valoración de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto a la textura

En la valoración global, el mejor puntuado fue el kiwi procedente del cultivo integrado y el peor procedente del cultivo ecológico observándose diferencias significativas entre dichas valoraciones (tabla VI.4 y figura VI.22). La categoría “me gusta” fue la más valorada, seguida de “me gusta ligeramente”.

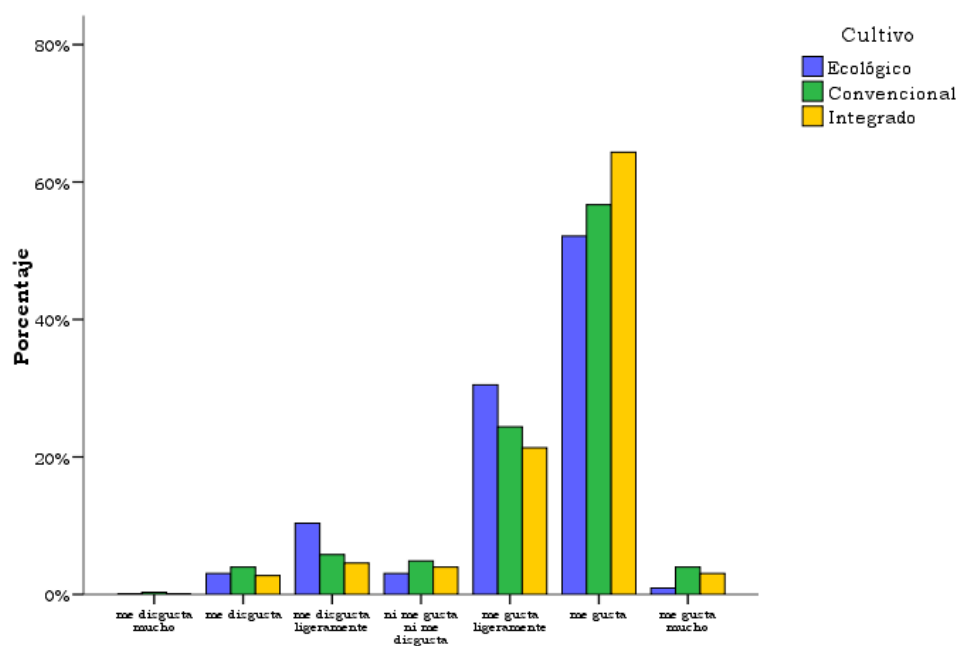


Figura VI.22. Valoración de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo en cuanto a la valoración global

Con las puntuaciones otorgadas por los consumidores a los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo, se realiza un estudio de la correlación entre descriptores, empleando para ello tanto la prueba de Spearman como la de Tau-b de Kendall. En todos los casos las correlaciones son significativas destacando que los valores máximos de los coeficientes de correlación se obtienen al analizar la correlación de la valoración global, con el sabor y con la textura (tabla VI.5).

Tabla VI.5. Valores máximos de la correlación entre descriptores según Spearman y Tau-b de Kendall

Cultivo	Correlaciones	Tau-b de Kendall	Spearman
Ecológico	Sabor-Global	0.7 **	0.8 **
	Textura-Global	0.6 **	0.7 **
Convencional	Sabor-Global	0.8 **	0.8 **
	Textura-Global	0.7 **	0.8 **
Integrado	Sabor-Global	0.7 **	0.8 **
	Textura-Global	0.6 **	0.7 **

ns= no significativo; * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$

Estos resultados indican que los consumidores, al realizar la valoración global del producto, están teniendo en cuenta el sabor y la textura. La importancia del sabor es crítica en la elección del consumidor de los alimentos (Steptoe y col., 1995 y Koster, 2009). Estos resultados corroboran el hecho de que el kiwi mejor puntuado en la valoración global es el integrado (64.3% en la categoría “me gusta”), es el que además recibe las mejores puntuaciones en sabor (51.2% en la categoría “me gusta”).

En el análisis factorial mediante componentes principales se evalúa la relación entre los descriptores empleados, reduciendo los seis descriptores a los factores más relevantes. Como se observa en la figura VI.23, las valoraciones de sabor, textura y valoración global del kiwi ecológico aparecen asociados a un mismo factor que explica el 49.7% de la varianza. El segundo factor recoge la información correspondiente a las valoraciones de aspecto y color y supone el 20.4% de la varianza explicada.

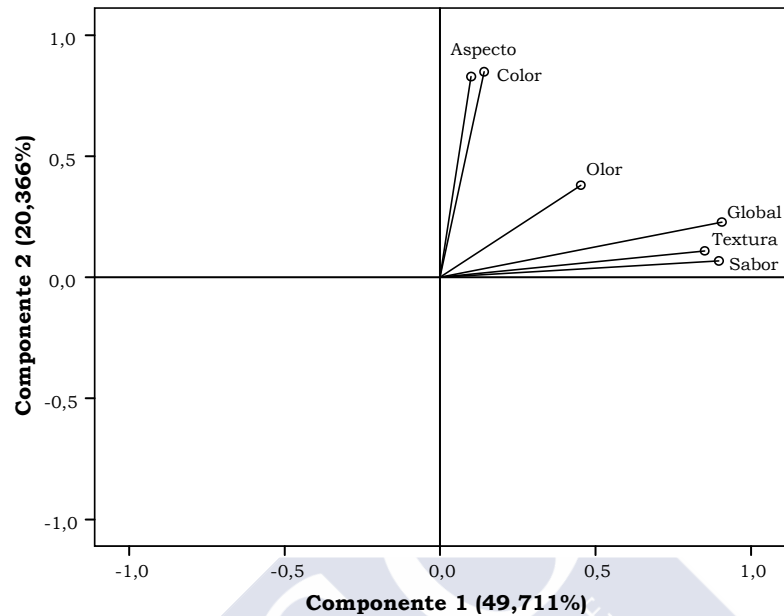


Figura VI.23. Gráfico de componentes principales para la valoración de kiwi procedente del cultivo ecológico

En lo referente a la valoración de los kiwis procedentes del cultivo convencional y del cultivo integrado (figuras VI.24 y VI.25), los resultados del análisis factorial indican la existencia de un primer factor relacionado, como en el caso del kiwi procedente del cultivo ecológico, con las valoraciones de sabor, textura y la valoración global y un segundo factor relacionado con las valoraciones de color, aspecto y olor. El porcentaje de varianza explicado por los factores puede observarse en las figuras VI.24 y VI.25.

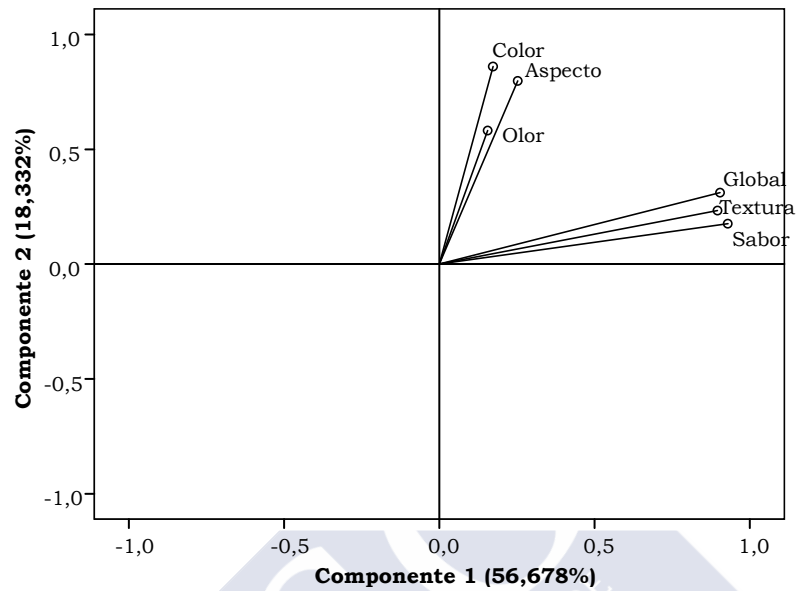


Figura VI.24. Gráfico de componentes principales para la valoración del kiwi procedente del cultivo convencional

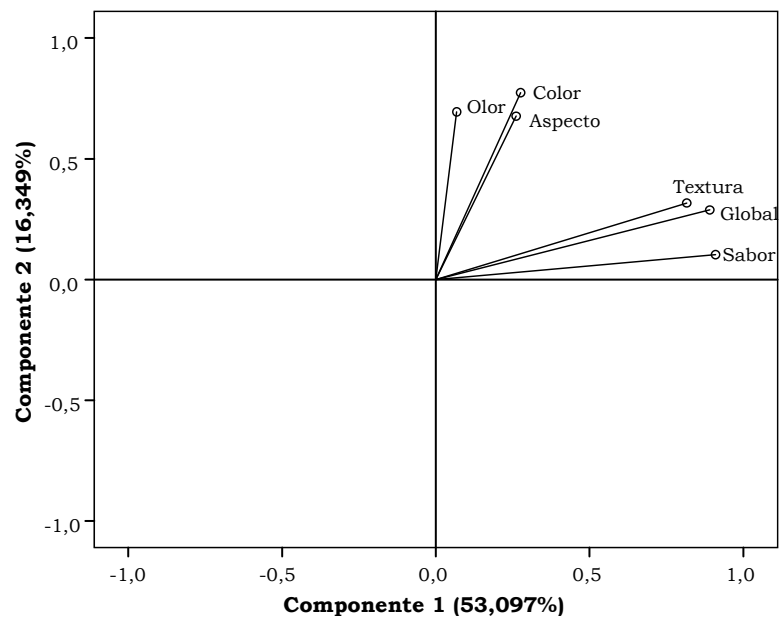


Figura VI.25. Componentes principales para la valoración del kiwi procedente del cultivo integrado

Por otra parte, teniendo en cuenta las valoraciones dadas por los consumidores a los tres tipos de kiwi en cada uno de los descriptores, se determina el producto más valorado. Los resultados se representan en la tabla VI.6.

Tabla VI.6. Tipo de cultivo al que corresponde la valoración máxima en cada descriptor

Cultivo	Aspecto		Color		Olor		Sabor		Textura		Global	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
E	18	5	32	10	25	8	38	12	27	8	26	8
C	18	5	15	5	28	9	65	20	31	9	50	15
I	32	10	21	6	16	5	69	21	46	14	51	16
E+C	15	5	21	6	18	5	27	8	26	8	22	7
E+I	56	17	43	13	22	7	34	10	46	14	47	14
C+I	25	8	33	10	20	6	58	18	36	11	53	16
E+C+I	164	50	163	50	199	61	37	11	116	35	79	24
Total	328	100	328	100	328	100	328	100	328	100	328	100

Se observa que tanto para el aspecto (50%), como para el color (50%), el olor (61%) y la textura (35%), un alto porcentaje de consumidores no diferencia entre los tres tipos de cultivo.

En cambio, en las valoraciones efectuadas para el sabor hay discrepancias resultando mejor valorado el kiwi procedente del cultivo integrado, seguido por el kiwi procedente del cultivo convencional y, en menor medida, el kiwi procedente del cultivo ecológico.

En cuanto a la valoración global, los más valorados son el kiwi procedente del cultivo integrado y el procedente del cultivo convencional, aunque una cuarta parte de los consumidores (24%) valora por igual los tres tipos de cultivo. Zhao y col. (2007) realizan un estudio con 5 frutas y 4 verduras para comparar la influencia de los cultivos ecológico y convencional detectando pocas diferencias sensoriales en función del cultivo. Reganold y col. (2001) no encuentran diferencias en la aceptación sensorial en manzanas ecológicas, convencionales y de producción integrada. Bourn y Prescott (2002), concluyen que no existen evidencias claras respecto a las diferencias entre muestras procedentes del cultivo ecológico y convencional.

4.4. Preferencia entre los tres tipos de kiwi fresco

Una vez evaluada la aceptación de los tres tipos de kiwis, se realiza el estudio de las preferencias entre ellos. Tal y como se puede observar en la tabla VI.7, el kiwi preferido en primer lugar es el procedente del cultivo integrado, seguido del convencional. Estos resultados concuerdan con las valoraciones efectuadas por los consumidores en el grado de aceptación, ya que el kiwi mejor valorado es el procedente del cultivo integrado.

Para averiguar si hay diferencias significativas entre los porcentajes de preferencia se emplea el test Chi-cuadrado no paramétrico (tabla VI.7), observándose efecto significativo.

Tabla VI.7. Preferencia en primer y segundo lugar

Preferencia en primer lugar					
Integrado		Convencional		Ecológico	
39%		33%		28%	
				Chi-cuadrado	
				6.957*	
Preferencia en segundo lugar					
Integrado		Convencional		Ecológico	
Ecológico	Convencional	Integrado	Ecológico	Integrado	Convencional
50%	50%	59%	41%	62%	38%
Chi-cuadrado		Chi-cuadrado		Chi-cuadrado	
0.1 ns		3.3 ns		5.4*	

ns= no significativo; (*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$

Los consumidores que eligen el kiwi procedente del cultivo integrado en primer lugar no presentan una preferencia clara hacia los kiwis procedentes de los otros dos sistemas de cultivo (tabla VI.7). Esto ocurre igual que en el caso de los consumidores que eligen en primer lugar el kiwi procedente del cultivo convencional.

En aquellos consumidores que eligen el kiwi ecológico en primer lugar, sí se encuentran diferencias significativas al escoger el tipo de kiwi en segundo lugar, ya que el 62 % de los encuestados prefieren el kiwi integrado frente al 38% que prefiere el convencional (tabla VI.7).

McMath y col. (1992) indican que el flavor es uno de los factores más influyentes en la aceptabilidad medida por el consumidor de kiwi, observando también que el sabor dulce y la acidez titulable son los mayores contribuyentes al flavor del kiwi. Latocha y col. (2011) concluyen que en la aceptación general hay una cierta tendencia hacia los kiwis más duros. En los resultados obtenidos se puede observar que el kiwi ecológico es el elegido en último lugar, posiblemente por presentar los valores de acidez más altos y los valores de sabor dulce más bajos, presentar una mayor dureza, consistencia y fibrosidad.

4.5. Características sociodemográficas de los encuestados de kiwi en almíbar

De los 200 encuestados utilizados en esta parte del estudio, el 66% son mujeres. En cuanto a la distribución por edades, el grupo de edad entre 35 y 49 es el mayoritario (31%), los encuestados de edades comprendidas entre 50 y 65 años suponen el 25%, los menores de 35 años representan el 23% y el menor porcentaje corresponde a los mayores de 65 años (21%) (figura VI.26).

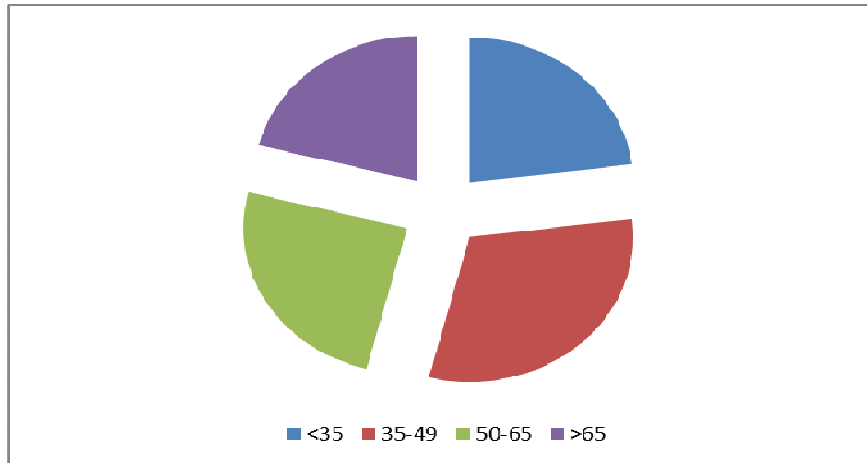


Figura VI.26. Distribución por edades de los consumidores encuestados

En cuanto a la situación laboral de los encuestados más del 32% son trabajadores por cuenta ajena, un 24% jubilados, un 10% amas de casa, 9% estudiantes y el restante menor a 9%.

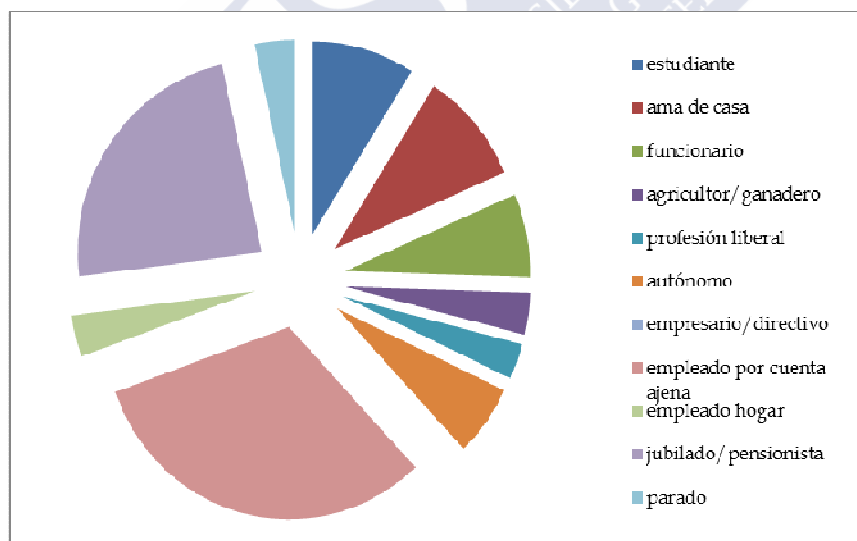


Figura VI.27. Situación laboral de los encuestados

El 63% de los encuestados afirma consumir productos en almíbar de forma ocasional, el 19% mensualmente, en porcentajes inferiores lo hacen de forma quincenal (9%) y/o semanalmente (8%), el 1% los consume de forma diaria y el 3% no los consume nunca. El 60%

de los encuestados que no consume productos en almíbar contesta que es debido a que no les gusta este tipo de productos.

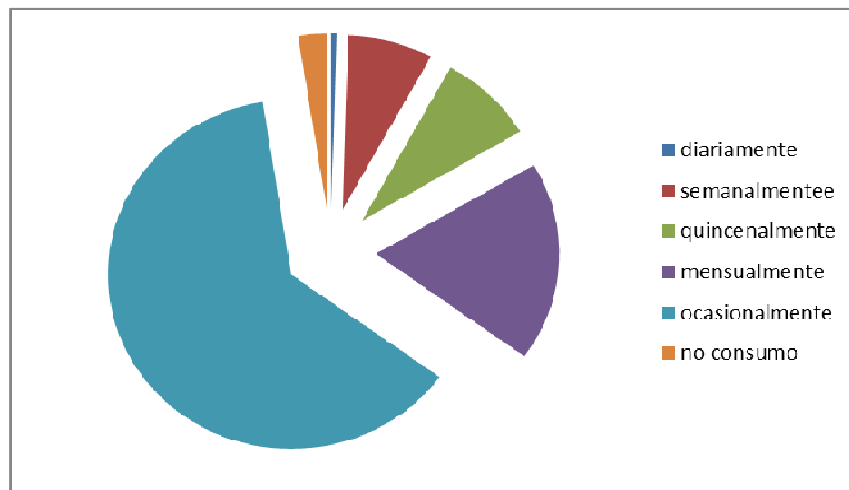


Figura VI.28. Frecuencia de consumo de productos en almíbar

Respecto a la frecuencia de consumo del kiwi en fresco, el 26% de los encuestados contesta que los consume de forma semanal, seguido del 21% que los consume diariamente y sólo el 6% de los encuestados no lo consume nunca.

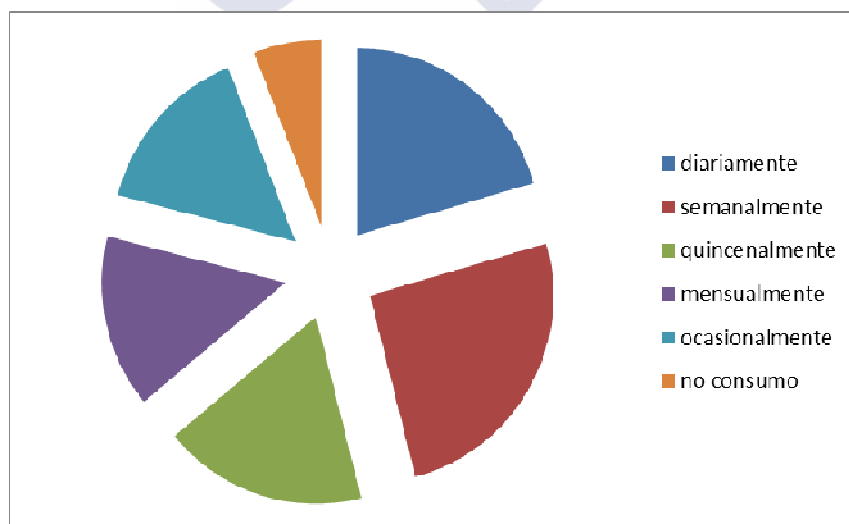


Figura VI.29. Frecuencia de consumo de kiwi fresco

4.6. Aceptación y actitud de compra del kiwi en almíbar

Los consumidores evalúan las rodajas de kiwi en almíbar en función del aspecto, color, olor, sabor, textura y producto en global, utilizando escalas de 7 puntos. Para el análisis de los resultados se utiliza el cálculo de porcentajes considerándose que a los que les gusta el producto la puntuación es superior al valor 4 y a los que les disgusta la puntuación es inferior a 4. Los valores de los porcentajes obtenidos se recogen en la tabla VI.8.

Tabla VI.8. Valoración del grado de aceptación del kiwi en almíbar

VARIABLE	DISGUSTA (%)	INDIFERENTE (%)	GUSTA (%)
Aspecto	11	10	81
Color	13	10	77
Olor	7	24	70
Sabor	24	3	74
Textura	25	2	74
Producto Global	26	2	73

Al 73% de los encuestados les gusta el producto, la textura es la variable a tener más en cuenta, puesto que al 25% de los encuestados les disgusta, dando como razón principal, en la mayoría de los casos que “es demasiado blanda”.

La actitud de compra se evalúa antes y después de consumir los kiwis en almíbar. Un 81.0% de los encuestados compraría el producto antes de probarlo. Los consumidores que no lo comprarían indican como razones principales: “no me atrae el producto” (40%) y “no me gustan los productos en almíbar” (32%). Tras probar el producto un 73% de los consumidores se muestra dispuesto a comprarlo.

5. Conclusiones

El conocimiento de los productos ecológicos se asocia con consumidores de edades comprendidas entre 35 y 65 años, con estudios universitarios, en activo y con un nivel de ingresos superior a la media.

Los consumidores que compran productos procedentes de la agricultura ecológica son mayoritariamente mujeres, responsables de la compra en el hogar, con estudios universitarios y con ingresos superiores a la media.

Los motivos principales para que los consumidores no compren productos procedentes de la agricultura ecológica son su elevado precio y la dificultad para encontrarlos.

La evaluación de las características sensoriales del kiwi fresco revela que el kiwi mejor valorado es el procedente del cultivo integrado.

A los consumidores les gusta el kiwi en almíbar, siendo la textura la característica peor valorada. La mayoría de los encuestados se muestran dispuestos a comprar este producto.

6. Bibliografía

- Bartles J. y Reinders M.J. (2010).** Social identification, social representations, and consumer innovativeness in an organic food context: A cross-national comparison. *Food Quality and Preference*, 2, 347 - 352.
- Bonti-Ankomah S. y Yiridoe E. (2006).** Organic and convencional food: A literature review of the economics of consumer perceptions and preferentes. Submitted to Organic Agriculture Centre of Canada, Nova Scotia Agricultural College. Canadá.
- Bourn D. y Prescott J. (2002).** A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 1-34.
- Briz T. y Ward R.W. (2009).** Consumer awareness of organic products in Spain: An application of multinomial logit models. *Food Policy*, 34, 295-304.
- Briz T., Sijtsema S.J., Jasiulewicz A., Kyriakidi A., Dolors Guàrdia M. y Van den Berg I. (2008).** Barriers to fruit consumption: driving forces behind consumer behaviour. *Scripta Horticulturae*, 8, 7-18.
- Chamorro A y González O. (2005).** Aplicaciones de marketing. Editorial @becedario. Badajoz.
- Fagerli R.A. y Wandel M. (1999).** Gender differences in opinions and practises with regard to a 'healthy diet'. *Appetite*, 32, 171-190.
- Ferrandis E., Borrás F., Sanchez A. y Segura I.V. (1997).** Cuadernos de bioestadística II. Editorial Club Universitario, Alicante.
- Fraj E. y Martinez E. (2003).** Influencia de las características demográficas y socioeconómicas de los consumidores en la compra de productos ecológicos. Instituto Nacional de Consumo.
- Fraj E. y Martinez E. (2006).** Influence of personality on ecological consumer behaviour. *Journal of Consumer Behaviour*, 5, 167-181.
- Goldman B.J. y Clancy K.L. (1991).** Survey of organic produce purchases and related attitudes of food cooperative shoppers. *American Journal of Alternative Agriculture*, 6, 89-96.
- Gracia A. y de Magistris T. (2008).** The demand for organic foods in the South of Italy: A discrete choice model. *Food Policy*, 33, 386-396.

- Grankvist G. y Biel A. (2001).** The importance of beliefs and purchase criteria in the choice of eco-labeled food products. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 405-410.
- Hoefkens C., Sioen C., Baert K., De Muelenaar B., De Henauw S., Vandekinderen L., Devlieghere F., Opsomer A., Verdeke W. y Van Camp J. (2010).** Consuming organic versus conventional vegetables: The effect on nutrient and contaminant intakes. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3058-3066.
- Jolly D.A. (1991).** Determinants of organic horticultural products consumption based on a sample of California consumers. *Acta Horticulturae*, 295, 141-148.
- Koster E.P. (2009).** Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. *Food Quality and Preference*, 20, 70-82.
- Land B. (1998).** Consumers' dietary patterns and desires for change. Working paper no 31/March 1998. Aarhus, Centre for Market Surveillance, Research and Strategy for the Food Sector (<https://pure.au.dk/portal/files/77/wp31.pdf>).
- Latocha P., Jankowski P. y Radzanow (2011).** Genotypic difference in postharvest characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrids), as a new commercial crop. Part I. Sensory profiling and physicochemical differences. *Food Research International*, 44, 1936-1945.
- Lock K., Pomerleau J., Causer L., Altmann D.R. y McKee M. (2005).** The global burden of disease due to low fruit and vegetable consumption: implications for the global strategy on diet. *Bulletin WHO*, 83, 100-108.
- Magnusson M. K., Arvola A., Koivisto Hursti U.K., Aberg L. y Sjoden P. (2001).** Attitudes towards organic foods among Swedish consumers. *British Food Journal*, 103, 209-226.
- Magnusson M.K., Arvola A., Koivisto Hursti U.K., Aberg L. y Sjoden P. (2003).** Choice of organic foods is related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly behavior. *Appetite*, 40, 109-117.
- MAGRAMA (2013).** Caracterización del sector de la producción ecológica española en términos de valor, volumen y mercado. (<http://www.magrama.gob.es/imagenes/es/Actualización%3%3on%>).
- Makatouni A. (2002).** What motivates consumers to buy organic food in the UK?: Results from a qualitative study. *British Food Journal*, 104, 345-352.
- MARM (2011).** Perfil del consumidor de alimentos ecológicos. Ed. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaria general de medio rural. Dirección general de industria y mercados alimentarios. Subdirección general de calidad diferenciada y agricultura

Ecológica ([http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/informe_consumidor_ecol%C3%B3gico_Completo_\(con_NIPO\)_tcm7-183161.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/informe_consumidor_ecol%C3%B3gico_Completo_(con_NIPO)_tcm7-183161.pdf)).

Martin Martin Q. (2007). Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.

McMath K.L., Paterson V.J., Young H., Ball R.D. y MacRae E.A. (1992). Factors affecting the sensory perception of sweetness and acidity in kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 297, 489– 500.

Michaelidou N. y Hassan L.M. (2010). Modeling the factors affecting rural consumers' purchase of organic and free-range produce: A case study of consumers' from the Island of Arran in Scotland, UK. *Food Policy*, 35, 130–139.

Muñoz Serrano A. (2002). Estadística Aplicada Uni y Multivariante. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.

Pardo Merino A. (2002). Análisis de datos de categorías. Ed. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.

Pardo Merino A. y Ruíz Diaz M.A. (2002). "SPSS 11. Guía para el análisis de datos". Editorial McGraw-Hill. Madrid.

Péneau S., Brockhoff Per B., Hoehn H., Escher F. y Nuessli J. (2007). Relating consumer evaluation of apples freshness to sensory and physico-chemical measurements. *Journal of Sensory Studies*, 22, 315-335.

Reganold J.P., Glover J.D., Andrews P.K. y Hinman H.R. (2001). Sustainability of three apple production systems. *Nature*, 410, 926-930.

Ruiz Maya L. (2000). Métodos estadísticos de investigación en las ciencias sociales. Técnicas no paramétricas. Editorial AC, D.L., Madrid.

Sánchez M. y Etxaniz M. (2003). Análisis de las referencias en el consumo de productos de agricultura ecológica. Tekelioglu. Universidad Pública de Navarra.

Sijtsema S.J., Jesionkowska K., Symoneaux R., Konopacka D. y Snoek H. (2012). Perceptions of the health and convenience characteristics of fresh and dried fruits. *Food Science and Technology*, 49, 275-281.

Steptoe A., Pollard TM, Wardle J. (1995). Development of a measure of the motives underlying the selection of food – the food choice questionnaire. *Appetite* 25, 267–84.

Torjusen H., Lieblein G., Wandel M. y Francis C.A. (2001). Food system orientation and quality perception among consumers and producers of organic food in Hedmark County, Norway. *Food Quality and Preference*, 12, 207–216.

- Vitasanta (2007).** Análisis estadístico con SPSS 14. Estadística Básica. Editorial McGraw-Hill. Madrid.
- Wandel M. (1994).** Consumer concern and behaviour regarding food and health in Norway. *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 15, 203–215.
- Wandel M. y Bugge A. (1997).** Environmental concern in consumer evaluation of food quality. *Food Quality and Preference*, 8, 19-26.
- Wier M., O'Doherty Jensen K., Andersen L.M. y Millock K. (2008).** The character of demand in mature organic food markets: Great Britain and Denmark compared. *Food Policy*, 33, 406-421.
- Willer H. y Kilcher L. (2011).** The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. (<http://www.organic-world.net/fileadmin/documents/yearbook/2011/world-of-organic-agriculture-2011-page-1-34.pdf>).
- WHO (2003).** Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert consultation. Technical Report Series 916. Geneva: WHO.
- Yiridoe E.K., Bonti-Ankomah S. y Martin R.C. (2005).** Comparison of consumer perceptions and preference toward organic versus conventionally produced foods: A review and update of the literature. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 20, 193-205.
- Zander K. y Hamm U. (2010).** Consumer preferences for additional ethical attributes of organic food. *Food Quality and Preference*, 21, 495-503.
- Zhao X., Chambers E., Matta Z., Loughin T.M. y Carey E.E. (2007).** Consumer sensory analysis of organically and conventionally grown vegetables. *Journal of Food Science*, 72, 87-91.



VII. CONCLUSIONES GENERALES





KIWI EN FRESCO

1. El sistema de cultivo utilizado afecta a las características del kiwi. En general:
 - el kiwi procedente del cultivo ecológico presenta mayores valores de dureza, consistencia, fibrosidad y vitamina C y menores valores de °Brix y sabor dulce
 - el kiwi procedente del cultivo convencional presenta mayores valores de azúcares, °Brix y menores de vitamina C
 - el kiwi procedente del cultivo integrado presenta características intermedias y es el preferido por los consumidores
2. El tiempo de almacenamiento en cámara provoca:
 - cambios en la textura (disminución en la dureza, consistencia, fibrosidad y abundancia de pelos)
 - ligeras modificaciones en parámetros relacionados con la acidez y el dulzor, pero no detectados a nivel sensorial

KIWI EN ALMÍBAR

1. Se optimiza el proceso de elaboración del kiwi en almíbar seleccionando el pelado por choque térmico, la presentación en rodajas de 1 cm y la pasteurización alta
2. El procesado del kiwi en almíbar provoca modificaciones de las características físico-químicas del kiwi de partida
3. Las diferencias debidas a la materia prima (ecológica o convencional) o al tipo de procesado utilizado (almíbar ecológico o convencional) son mínimas y no importantes desde el punto de vista tecnológico
4. Se obtienen productos estables en el tiempo
5. El kiwi en almíbar es un producto bien aceptado por los consumidores que se muestran dispuestos a comprarlo

COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR HACIA LOS PRODUCTOS ECOLÓGICOS

1. El conocimiento de los productos ecológicos se asocia con consumidores de edades comprendidas entre 35 y 65 años, con estudios universitarios, en activo y con un nivel de ingresos superior a la media
2. Los consumidores que compran productos ecológicos son fundamentalmente mujeres, responsables de la compra en el hogar, con estudios universitarios y con ingresos superiores a la media



VIII. ANEXO





Original article

A Comparison of different peeling systems for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward)

M. Gómez-López,¹ M. García-Quiroga,¹ E. Arbones-Macineira,² M. L. Vázquez-Odériz¹ & M. A. Romero-Rodríguez^{1*}

¹ Department of Analytical Chemistry and Food Science, Faculty of Science, University of Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain

² Department of Agricultural and Forest Engineering, Polytechnic College, University of Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain

(Received 25 March 2013; Accepted in revised form 2 July 2013)

Summary Galicia (N.W. Spain) produces 60% of Spanish kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) and 5–20% of these are 'destrio' fruits, which do not reach market size and the appropriate form. These rejected fruits can be processed into products, thus increasing their added value. The processing of kiwifruit always includes a peeling operation, which can be performed by different systems. The most suitable conditions for caustic peeling and thermal peeling were established. Then, the two peeling systems were compared with manual peeling with the aim of selecting the best system to remove the peel of the 'destrio' kiwifruit. The fruits, once harvested, were stored in a cold chamber at 0 °C. Before processing or marketing kiwifruits, it is necessary to remove them from storage in cold chamber and storage at room temperature. In this study, different storage times at room temperature before peeling kiwifruits were also tested. The best system for peeling the kiwifruit was thermal peeling as this system resulted in the lowest weight loss and preserved the green colour characteristic of the kiwifruit. The best time for peeling the kiwifruit was after 8 days of storage at room temperature, after being removed from the cold chamber.

Keywords CIE $L^*a^*b^*$ colour, soluble solids, standby time after removal from the cold chamber, weight loss.

Introduction

The kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) is native to China; however, it was first developed commercially in New Zealand and is now a commercial crop in many countries, including Spain, which is the fourth largest EU producer. Approximately 60% of the Spanish kiwifruit produced comes from Galicia (N.W. Spain).

The kiwifruits are harvested when the soluble solid content of their juice reached 6.5 °Brix (Regulation (EC) No. 1673/2004). The storage period for the fresh kiwifruit market is about 4–6 months at 0 °C (Antunes & Sfakiotakis, 2002). Firmness is considered as an excellent criterion for assessing the optimum time to interrupt the conservation of the fruit (Manolopoulou & Papadopoulou, 1998).

Of the total kiwifruit production, 5–20% are 'destrio' fruits, which do not reach market size and the appropriate form and therefore cannot be marketed directly, leading to major losses for kiwifruit producers. These rejected fruits can be processed into products, thus increasing their added value.

To successfully compete in world markets, horticultural industries must continue to offer new and innovative products (Laurenson *et al.*, 1994; Weil, 1998). Minimal processing of fruits and vegetables, yielding convenient produce with fresh-like quality and high nutritional value, is one of the major goals for processors in response to increased demand (Beirão-da-Costa *et al.*, 2006). The quality of minimally processed and processed fruits is highly dependent on the peeling stage. Peeling is currently conducted by mechanical, chemical, thermal and enzymatic methods (Schlimme *et al.*, 1984; Floros *et al.*, 1987; Floros & Chinn, 1988a,b, 1990; Luh & Woodroof, 1988; Bolin & Huxoll, 1991; Garrote *et al.*, 1993, 1994; Setty *et al.*, 1993; Wiley, 1994; Bayindirli *et al.*, 1996; Pretel *et al.*, 1997, 2007; Toker & Bayindirli, 2003; Emadi *et al.*, 2008).

Several studies have reported that as severity of peeling increased, it resulted in a greater surface discoloration and greater loss in the visual appearance of vegetables (Barry-Ryan & O'Beirne, 2000; Cliffe-Byrnes *et al.*, 2007; Kenny & O'Beirne, 2010). Although each method has benefits and limitations, the mechanical methods are preferred because the edible portions of products remain fresh and damage free

*Correspondent: Fax: +34 982285872; e-mail: angeles.romero@usc.es

	I	J	F	S	1	2	2	8	1	B	Dispatch: 19.7.13	Journal: IJFS	CE: K. Karthik
	Journal Name				Manuscript No.						Author Received:	No. of pages: 8	PE: Murugavel

2 Peeling systems for kiwifruit M. Gómez-López et al.

(Emadi *et al.*, 2007). Ahvenainen (1996) reported that the ideal peeling method is manual peeling using a sharp knife, which is a commonly used system for kiwifruit (Gerschenson *et al.*, 2001; Beirão-da-Costa *et al.*, 2006, 2008; Mastromatteo *et al.*, 2011).

Thermal peeling (water immersion at 100 °C or steam) precisely controls time and temperature to minimise the peeling loss. After treatment, the fruits were rapidly cooled at 20 °C using cold running water (Floros & Chinnan, 1988b; Garrote *et al.*, 1997, 2000).

Chemical peeling is a complex process involving simultaneous heat and mass transfer during a chemical reaction. A simple method of chemical peeling is to dip the fruits or vegetables into heated sodium hydroxide solution for a predefined period and then wash with water (Setty *et al.*, 1993; Guldás, 2003; Barreiro *et al.*, 2007). The success of caustic peeling depends on concentration, temperature, immersion duration, fruit's ripeness, etc. (Guldás, 2003).

Thus, the objectives of this study were to establish appropriate conditions for caustic and thermal peeling of kiwifruit and to compare these two systems with manual peeling with the aim of selecting the best system to remove the peel of the kiwifruit and the appropriate storage time at room temperature (once removed from cold chambers) before peeling kiwifruits.

Materials and methods

Materials

Approximately 500 destrío kiwifruits (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward) were obtained from plants grown in Tomiño (Pontevedra, Galicia, Spain) on plantations with sandy soils and a 5 × 5 m grid layout with a female/male ratio of between 4:1 and 6:1.

The field was fertilised with hydrogen cyanamide 1 month prior to plantation to activate shooting, and the weeds were controlled with glyphosphate during plant growth.

The kiwifruits were harvested when the soluble solid content of their juice reached 6.5 °Brix (Regulation (EC) No. 1673/2004. All fruits were stored in a cold chamber at 0 °C in a marketing company (Kiwi Atlántico, S.A).

For the optimisation of thermal and caustic peeling, preliminary tests were conducted 1 week before the definitive test, and the kiwifruits were removed from the cold chamber and stored at room temperature (21 °C and 70% RH) for 8 days before peeling.

In the definitive test (comparison of the best conditions of thermal and caustic peeling with manual system), the total kiwifruits were removed from the cold chamber and were divided into three batches. The kiwifruits of the first batch were peeled the same day

the kiwifruits were removed from the cold chamber, the second lot after 8 days of storage at room temperature and the third lot after 15 days of storage. At each time (1, 8 and 15 days), the kiwifruits were peeled by the three systems (thermal, caustic and manual).

Therefore, three peeling systems (caustic, thermal and manual) and three times (1, 8 and 15 days) were tested. We performed five repetitions of each peeling system at each time. All measurements and analyses were performed before and after each treatment.

Peeling

For caustic peeling, NaOH solutions (10%, 15% and 20%) were prepared with sodium hydroxide pellets (Merck, Darmstadt, Germany) in distilled water. The solutions were placed in a stainless steel tank and heated to 95 °C (Guldás, 2003; Kaleoğlu *et al.*, 2004). Kiwifruits were immersed in the hot NaOH solutions for 30, 45, 60, 120, 180 and 240 s. After treatment, the fruits were rapidly cooled at 20 °C using tap water to avoid overcooking and to remove NaOH solution and any peel remains from the fruit.

For thermal peeling, water was placed in a stainless steel tank and heated to 100 °C. Kiwifruits were immersed in the hot water for 15, 30, 45 and 60 s. After treatment, the fruits were rapidly cooled at 20 °C using cold tap water. For hand peeling, the kiwifruits were peeled with a knife.

Physicochemical analysis

Weight loss was calculated by weighing individual kiwifruits before and after peeling. Fruit was weighed using a digital electronic precision balance (OHAUS® Precision plus, ITEM NO 2020, OHAUS Corporation, Florham Park, NJ, USA). Furthermore, the time required to perform each peeling operation was also measured, that is, the peeling time for each kiwifruit.

The soluble solid content of the kiwifruit was determined with a refractometer (LABOLAN, SL, Mod 301, Navarra, Spain) using method 932.12 (AOAC, 2005).

Hardness determination was performed using a penetrometer (Bertuzzi Mod FT327, Busto, Italy) with the force exerted by the penetration of the cylindrical plunger (diameter: 8 mm) expressed in kg.

CIE $L^*a^*b^*$ colour measurement was performed directly on the fruit at three different points on the surface of the peeled kiwifruit (Feng *et al.*, 2006) using a reflection spectrophotometer (X-RITE Mod. 948/698, Grand Rapids, Miami, USA). A D65 illuminant was used (observer 10°) to obtain values of L^* (lightness), a^* [greenness (–) to redness (+)] and b^* [blueness (–) to yellowness (+)]. The corresponding values of a^*/b^* , hue angle [$(H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*) + 180^\circ)$] when

$a^* < 0$ and $b^* > 0$] and chroma values [$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$] were calculated (Minchin *et al.*, 2003). All measurements were performed in triplicate on a minimum of five kiwifruits.

The pH of homogenised fruit was measured with a pH meter (Crison Mod. GLP 21, Barcelona, Spain) using method 981.12 (AOAC, 2005). Titratable acidity (acids expressed as percentage of citric acid) was measured by potentiometric titration against 0.1 N NaOH to a pH 8.1 endpoint, with the same pH meter, using method 942.15 (AOAC, 2005). The measurements were performed in triplicate.

Statistical treatment

The effects of peeling method (S, three levels) and peeling day (D, three levels) on individual variables were evaluated by a two-factor ANOVA with interaction (S \times D), taking $P < 0.05$ as criterion for statistical significance. In cases where there are significant interactions, the effects of storage time on individual dependent variables were evaluated by one-way ANOVA for each packaging condition and the effects of packaging conditions were also evaluated by one-way ANOVA for each storage time. Then, differences detected by ANOVA were identified using Tukey's HSD test.

All statistical calculations were performed using PASW Statistics for Windows version 18.0.

Results and discussion

Optimisation of thermal and caustic peeling

In the case of thermal peeling, preliminary tests were performed to establish the most appropriate treatment time with hot water. To do so, the kiwifruits were immersed in water at 100 °C for 4 different immersion times (15, 30, 45 and 60 s).

The 15-s treatment was not sufficient for effective peeling, while longer times (45 and 60 s) resulted in very high weight loss (over 25%) due to a large amount of pulp being removed with the peel (Table 1). Therefore, the 30-s treatment time was used in definitive study.

Table 1 Effects of different treatment times using thermal peeling (water at 100 °C) of kiwifruits

Time (s)	Observations
15	Peel not removed
30	Peel completely eliminated without pulp adhered
45	Pulp adhered to peel
60	Large amount of pulp adhered to peel

Preliminary tests were performed for caustic peeling to establish the best concentration of NaOH (10%, 15% and 20%) solutions and the best immersion time (30, 45, 60, 120, 180 and 240 s).

We observed that increasing the NaOH concentration of the lye solution led to a decrease in peeling time (Kaleoğlu *et al.*, 2004) and that NaOH concentration above 20% resulted in excessive softening of the fruit, which is associated with a complete loss of firmness. Furthermore, concentrations below 15% NaOH and treatment times of <4 min were not sufficient to properly peel the kiwifruit (Table 2).

Based on these findings, in the definitive study, the kiwifruits were chemically peeled for 4 min in a solution of 15% NaOH at 95 °C and cooled to room temperature using cold running water. These results are consistent with those reported by Guldás (2003).

Comparison of the best conditions of thermal and caustic peeling with manual system

After selecting the appropriate best conditions for thermal and caustic peeling methods, a comparison of these peeling methods with the manual peeling was performed. This comparison was made at three different times, as described in the Materials and Methods section.

Weight loss

Weight loss was statistically influenced by the peeling system (Table 3). According to Tukey's test, manually peeled system causes greater weight loss and the

Table 2 Effects of different treatment conditions (NaOH concentration and time) using caustic peeling of kiwifruits

Concentration NaOH (%)	Time (s)	Observations
10	30	Peel not removed
	45	Peel not removed
	60	Large amount of pulp adhered to peel
15	30	Peel not removed
	60	Peel not removed
	120	The peel is removed in some areas but not in other areas
	180	The peel is removed in some areas but not in other areas
20	240	Peel completely eliminated without pulp adhered
	270	Large amount of pulp adhered to peel
	30	Peel not removed
	45	The peel removed in some areas (with pulp adhered) but not in other areas
	60	Large amount of pulp adhered to peel and complete loss of firmness

thermal peeling system caused less weight loss (Fig. 1). Thus, the manual peeling was the worst method based on this variable. The weight loss of manually peeled kiwifruits was similar to that found by Guldás (2003); however, this author reported lower weight loss than in the chemically peeled kiwifruits.

Manual peeling is performed in many food processing industries; however, it has serious disadvantages, such as high weight loss during peeling, reduced yields and high labour costs (Barreiro *et al.*, 1995).

Figure 1 also shows the significant effect on the interaction of the peeling system with peeling day (Table 3), which may be due to different behaviours of the manually peeled kiwifruit over time compared with fruits peeled using the other two systems.

Table 3 Results of the two-way ANOVA (peeling system and peeling day) with interaction of the physicochemical variables analysed

Variables	Peeling system (S)	Peeling day (D)	S × D
Weight loss	0.000***	0.788	0.015*
Hardness	0.186	0.001***	0.873
Peeling time	0.000***	0.000***	0.006**
L*	0.767	0.367	0.115
a*	0.000***	0.474	0.083
b*	0.000***	0.001***	0.271
C*	0.000***	0.001***	0.233
H*	0.265	0.094	0.107
Soluble solids	0.000***	0.073	0.722
pH	0.546	0.000***	0.621
Total acidity	0.051	0.059	0.473

* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$.

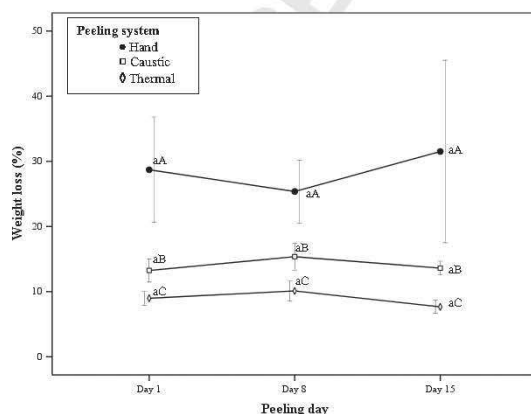


Figure 1 Weight loss of peeled kiwifruit for the three systems in three times after removed from the cold chamber. Different lowercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling day, and different uppercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling system.

Hardness

There were no significant differences in the hardness of the kiwifruits peeled by the three systems (Table 3). Figure 2 shows that the caustic peeling caused more softening of the kiwifruit. The cause of softening in caustically peeled kiwifruit was the use of treatment times in excess of thermal peeling. Garrote *et al.* (2000) indicated that the effect of heat on the tissue results in loss of rigidity and reduced turgor pressure due to biochemical changes, melting and breakdown of substances such as pectins and polysaccharides and general disturbance and disorganisation of the structure of the cell. Llano *et al.* (2003) also reported a greater loss of firmness in kiwifruit at higher treatment times.

It was also noted that increasing the storage time of kiwifruits at room temperature significantly reduced the hardness of peeled kiwifruits (Table 3 and Fig. 2). This was caused by a loss of firmness of the kiwifruit before peeling (Taglienti *et al.*, 2009). The kiwifruit had a higher hardness (2.53 kg) the day 1 compared with 15 days of storage at room temperature (1.16 kg). Although in New Zealand, it is considered that kiwifruits are suitable for export when firmness is measured to be of the order of 0.9 ± 1 kg, a value close to that of eating ripeness, that is, 0.7 kg (Lallu *et al.*, 1989; MacRae *et al.*, 1989), in our study this value of hardness, is not suitable for peeling.

Peeling time

The peeling system had a significant influence on the time required to remove the peel of the kiwifruit

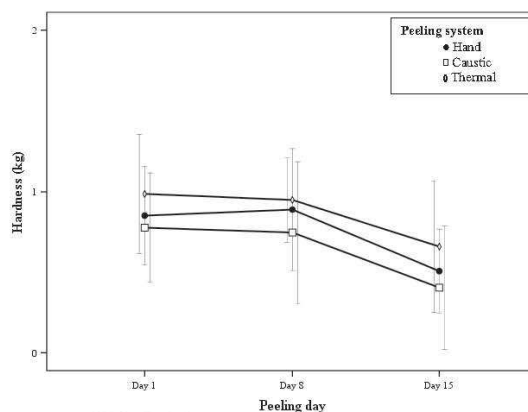


Figure 2 Hardness of peeled kiwifruit for the three systems in three times after removed from the cold chamber. Different lowercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling day, and different uppercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling system.

(Table 3). According to Tukey's test, the hand peeling system was significantly the slowest with an average of 60 s to completely peel one kiwifruit compared with 30 s for the other two systems.

There was also an influence of storage time at room temperature, once removed from cold chambers (Table 3). Significantly lower peeling times were obtained after 8 days of storage at room temperature.

Hardness also influenced the time required to remove the peel. On the first day, when kiwifruits had a higher hardness, it was more difficult to eliminate the peel and more peeling time was needed. After 15 days of storage at room temperature, the fruits were softer, and the pulp was attached to the peel; therefore, more caution was necessary in order not to lose the pulp.

Colour CIE $L^*a^*b^*$

The colour variable L^* was not significant for any of the factors considered (Table 3).

Significant differences were found in terms of the peeling system for the colour variable a^* (Table 3). Although all the kiwifruits peeled maintained negative a^* values (Fig. 3), the Tukey's test indicate that kiwifruit subjected to thermal peeling had significantly more negative a^* values (greater contribution to green). On the other hand, kiwifruits peeled using the caustic system had less negative a^* values (less contribution to green). Llano *et al.* (2003) obtained a^* values of -4 after blanching of kiwifruit for 5 min, which are lower values than those obtained in this study

using thermal peeling (between -6.2 and -6.6). In our study, we used lower immersion times, and therefore, the green colour was better maintained (Clydesdale & Francis, 1976; Robertson, 1985; Guldás, 2003).

One possible explanation for the thermally peeled kiwifruits having higher a^* values (greener), even higher than the fruits peeled by hand, is that it eliminated a thinner peel than using a knife as was demonstrated previously by the weight loss calculations.

As in the present study, Guldás (2003) found very similar a^* values after caustic and manual peeling of kiwifruit.

For the variable b^* , significant differences exist depending on the peeling system and the peeling day (Table 3). The fruits peeled by the thermal system were different because they presented higher b^* values (higher contribution to yellow). As in this study, Guldás (2003) found no differences in this parameter between the kiwifruits peeled by hand or by caustic peeling.

The value of b^* increased slightly with time after removal from the cold chamber (Fig. 4). The same behaviour was observed for the variable C^* .

Although there were significant differences in a^* and b^* , depending on the peeling system, the differences were not sufficient for significant differences in the relationship between a^*/b^* and the variable H^* (hue). The tone of the peeled kiwifruit was about 102 – 103° , corresponding to the green-yellow zone (Montefiori *et al.*, 2009).

Depending on the peeling day, only the a^*/b^* relationship showed a significant decrease. This reduction

6 Peeling systems for kiwifruit M. Gómez-López et al.

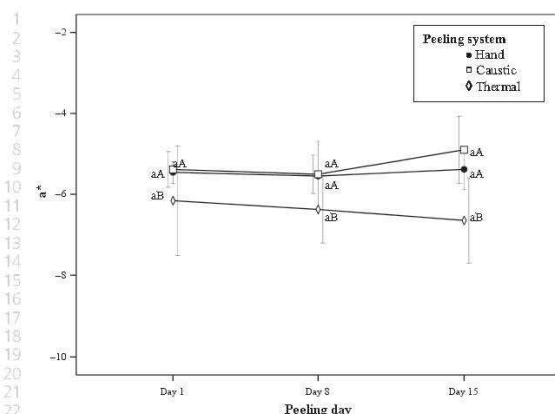


Figure 3 a^* of peeled kiwifruit for the three systems in three times after removed from the cold chamber. Different lowercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling day, and different uppercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling system.

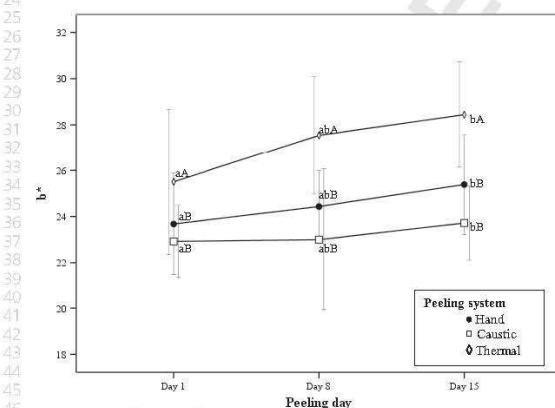


Figure 4 b^* of peeled kiwifruit for the three systems in three times after removed from the cold chamber. Different lowercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling day, and different uppercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling system.

represented a slight change from green to yellow (Guldas, 2003).

Soluble solids

There were significant differences in soluble solid content of peeled kiwifruits by different systems (Table 3). Tukey's test indicates that kiwifruits peeled by the

caustic system had lower values than those peeled using the other two systems (Fig. 5).

pH and total acidity

The pH and total acidity of the kiwifruit were not affected by the peeling system. Although significant differences existed depending on the peeling day, the

LOW RESOLUTION FIG

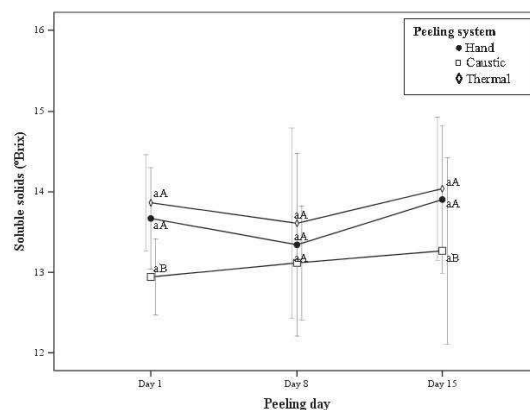


Figure 5 Soluble solids of peeled kiwifruit for the three systems in three times after removed from the cold chamber. Different lowercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling day, and different uppercase letters represent significant differences ($P < 0.05$) in the peeling system.

differences were <0.1 pH units (values between 3.45 and 3.53). The acidity of all samples had values between 3.5 and 3.8 g citric acid per 100 g fresh sample. Guldás (2003) found no significant changes in these parameters when comparing manual and caustic peeling methods.

Conclusions

We establish the most suitable conditions for caustic peeling (solution of 15% NaOH at 95 °C for 4 min) and thermal peeling (water at 100 °C for 30 s).

The best system for peeling the kiwifruit is thermal peeling as this system resulted in the lowest weight loss and preserved the green colour characteristic of the kiwifruit. The manual peeling system required more peeling time, while the caustic peeling resulted in softening of the kiwifruit. The best time for peeling the kiwifruit was after 8 days of storage at room temperature, after being removed from the cold chamber.

Acknowledgment

This research was supported by the Autonomous Government of Galicia (Spain) project PGI-DIT06TAL26201PR.

References

Ahvenäinen, R. (1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 179–186.

- Antunes, M.D.C. & Sfakiotakis, E.M. (2002). Chilling induced ethylene biosynthesis in 'Hayward' kiwifruit following storage. *Scientia Horticulturae*, 92, 29–39.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*, 17th edn. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Barreiro, J.A., Caraballo, V. & Sandoval, A.J. (1995). Mathematical model for the chemical peeling of spherical foods. *Journal of Food Engineering*, 25, 483–496.
- Barreiro, J.A., Sandoval, A.J., Rivas, D. & Rinaldi, R. (2007). Application of a mathematical model for chemical peeling of peaches (*Prunus persica* L.) variety Amarillo Janillo. *LWT – Food Science and Technology*, 40, 574–578.
- Barry-Ryan, C. & O'Beirne, D. (2000). Effects of peeling methods on the quality of ready-to-use carrot slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 243–254.
- Bayindirli, L., Bayindirli, A., Sahin, S., Sumnu, G. & Gider, S. (1996). Studies on caustic peeling of apples. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 33, 240–242.
- Beirão-da-Costa, S., Steiner, A., Correia, L., Empis, J. & Moldão-Martins, M. (2006). Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Journal of Food Engineering*, 76, 616–625.
- Beirão-da-Costa, S., Steiner, A., Correia, L., Leitão, E., Empis, J. & Moldão-Martins, M. (2008). Influence of moderate heat pre-treatments on physical and chemical characteristics of kiwifruit slices. *European Food Research and Technology*, 226, 641–651.
- Boim, H.R. & Huxoll, C.C. (1991). Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *Journal of Food Science*, 56, 416–418.
- Cliffe-Byrnes, V., Brennan, L. & O'Beirne, D. (2007). The effects of preparatory procedures and storage temperature on the quality of carrot discs packaged in modified atmospheres. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 482–494.
- Clydesdale, F.M. & Francis, F.J. (1976). *Pigments. Part I in Principles of Food Science* (edited by O.R. Fennema) Pp. 386–392. New York, NY: Marcel Dekker.
- Emadi, B., Kosse, V. & Yarlagadda, P.K.D.V. (2007). Abrasive peeling of pumpkin. *Journal of Food Engineering*, 79, 647–656.

8 Peeling systems for kiwifruit M. Gómez-López et al.

- Emadi, B., Abbaspour-Fard, M.H. & Yarlagaadda, P.K.D.V. (2008). Mechanical peeling of pumpkins. Part 1: using an abrasive-cutter brush. *Journal of Food Engineering*, **89**, 448–452.
- Feng, J., Maguire, K.M. & MacKay, B.R. (2006). Discriminating batches of 'Hayward' kiwifruit for storage potential. *Postharvest Biology and Technology*, **41**, 128–134.
- Floros, J.D. & Chinnman, M.S. (1988a). Seven factor response surface optimization of a double-stage lye (NaOH) peeling process for pimiento peppers. *Journal of Food Science*, **53**, 631–638.
- Floros, J.D. & Chinnman, M.S. (1988b). Microstructural changes during steam peeling of fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, **53**, 849–853.
- Floros, J.D. & Chinnman, M.S. (1990). Diffusion phenomena during chemical (NaOH) peeling of tomatoes. *Journal of Food Science*, **55**, 552–553.
- Floros, J.D., Wetzstein, H.Y. & Chinnman, M.S. (1987). Chemical (NaOH) peeling as viewed by scanning electron microscopy: pimiento peppers as a case study. *Journal of Food Science*, **52**, 1312–1316.
- Garrote, R.L., Coutaz, V.R., Luna, J.A., Silva, E.R. & Bertone, R.A. (1993). Optimizing processing conditions for chemical peeling of potatoes using response surface methodology. *Journal of Food Science*, **58**, 821–826.
- Garrote, R.L., Coutaz, V.R., Silva, E.R. & Bertone, R.A. (1994). Determining process conditions for chemical peeling of asparagus. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, **27**, 19–22.
- Garrote, R.L., Silva, E.R., Bertone, R.A. & Avallé, A. (1997). Effect of time and number of cycles on yield and peeling quality of steam peeled potatoes and asparagus. *LWT – Food Science and Technology*, **30**, 448–451.
- Garrote, R.L., Silva, E.R. & Bertone, R.A. (2000). Effect of thermal treatment on steam peeled potatoes. *Journal of Food Engineering*, **45**, 67–76.
- Gerschenson, L.N., Rojas, A.M. & Marangoni, A.G. (2001). Effects of processing on kiwi fruit dynamic rheological behaviour and tissue structure. *Food Research International*, **34**, 1–6.
- Guldas, M. (2003). Peeling and the physical and chemical properties of kiwi fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, **27**, 271–284.
- Kaleoğlu, M., Bayindirli, L. & Bayindirli, A. (2004). Lye peeling of 'Tombul' hazelnuts and effect of peeling on quality. *Food and Bioprocess Technology*, **82**, 201–206.
- Kenny, O. & O'Beirne, D. (2010). Antioxidant phytochemicals in fresh-cut carrot disks as affected by peeling method. *Postharvest Biology and Technology*, **58**, 247–253.
- Lallu, N., Searle, A.N. & MacRae, E.A. (1989). Investigation into ripening and handling strategies for early season kiwifruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **47**, 387–400.
- Lauremson, M.R., Buwalda, J.G. & Walker, J.T.S. (1994). Orchard 2000—a decision-support system for New Zealand's orchard industries. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **22**, 239–250.
- Llano, K.M., Haedo, A.S., Gerschenson, L.N. & Rojas, A.M. (2003). Mechanical and biochemical response of kiwifruit tissue to steam blanching. *Food Research International*, **36**, 767–775.
- Luh, B.S. & Woodroof, J.G. (1988). *Commercial Vegetable Processing*, 2nd edn. New York, NY: AVI Book.
- MacRae, E.A., Lallu, N., Searle, A.N. & Bowen, J.H. (1989). Changes in the composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **49**, 413–430.
- Manolopoulou, H. & Papadopoulou, P. (1998). A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, **63**, 529–534.
- Mastromatteo, M., Mastromatteo, M., Contea, A. & Del Nobile, M.A. (2011). Combined effect of active coating and MAP to prolong the shelf life of minimally processed kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). *Food Research International*, **44**, 1224–1230.
- Minchin, P.E.H., de Silva, N., Snelgar, W.P., Richardson, A.C. & Thorp, T.G. (2003). Modelling of colour development in the fruit of *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **31**, 41–53.
- Montefiori, M., McGhie, T.K., Hallett, I.C. & Costa, G. (2009). Changes in pigments and plastid ultrastructure during ripening of green-fleshed and yellow-fleshed kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, **119**, 377–387.
- Pretel, M.T., Lozano, P., Riquelme, F. & Romojaro, F. (1997). Pectic enzymes in fresh fruit processing: optimization of enzymatic peeling of oranges. *Process Biochemistry*, **32**, 43–49.
- Pretel, M.T., Botella, M.A., Amorós, A., Serrano, M., Egea, I. & Romojaro, F. (2007). Obtaining fruit segments from a traditional orange variety (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Sangrinal) by enzymatic peeling. *European Food Research and Technology*, **225**, 783–788.
- Regulation (EC) No. 1673/. (2004). Laying down the marketing standard applicable to kiwifruit. Official Journal of the European Union L 300, Pp. 5–10.
- Robertson, G.L. (1985). Changes in the chlorophyll and pheophytin concentrations of kiwi fruit during processing and storage. *Food Chemistry*, **17**, 25–32.
- Schlimme, D.V., Corey, K.A. & Frey, B.C. (1984). Evaluation of lye and steam peeling using four processing tomato cultivars. *Journal of Food Science*, **49**, 1415–1418.
- Setty, G.R., Vijayalakshmi, M.R. & Devi, A.U. (1993). Methods for peeling fruits and vegetables: a critical evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, **30**, 155–162.
- Taglienti, A., Massantini, R., Botondi, R., Mencarelli, F. & Valentini, M. (2009). Postharvest structural changes of Hayward kiwifruit by means of magnetic resonance imaging spectroscopy. *Food Chemistry*, **114**, 1583–1589.
- Toker, I. & Bayindirli, A. (2003). Enzymatic peeling of apricots, nectarines and peaches. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, **36**, 215–221.
- Weil, D. (1998). The needs of the fruit industry in the US for the important testing and release of new cultivars: an industry perspective. *Fruit Varieties Journal*, **52**, 212–214.
- Wiley, R.C. (1994). *Minimally Processed Refrigerated Fruit and Vegetables*. Pp. 368. New York, NY: Chapman-Hall.